**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**ASPECTOS MINERALÓGICOS, GEOLÓGICOS E
ECONÔMICOS DE DIAMANTES E CARBONADOS
DA CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA.**

Cláudio Meira de Andrade

Orientador: Prof. Dr. Darcy P. Svisero

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Recursos Mineralogia e Petrologia

**SÃO PAULO
1999**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ASPECTOS MINERALÓGICOS, GEOLÓGICOS E
ECONÔMICOS DE DIAMANTES E CARBONADOS
DA CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA**

CLÁUDIO MEIRA DE ANDRADE

Orientador: Prof. Dr. Darcy Pedro Svisero

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO JULGADORA

Nome

Assinatura

Presidente: Prof. Dr. Darcy Pedro Svisero

Darcy Pedro Svisero

Examinadores: Prof. Dr. Cirano Rocha Leite

Prof. Dr. José Barbosa de Madureira Filho

SÃO PAULO
1999

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ASPECTOS MINERALÓGICOS,
GEOLÓGICOS E ECONÔMICOS DE
DIAMANTES E CARBONADOS DA CHAPADA
DIAMANTINA, BAHIA.

DEDALUS - Acervo - IGC

30900004521

Cláudio Meira de Andrade

Orientador: Prof. Dr. Darcy P. Svisero

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Área de Concentração: Mineralogia e Petrologia

SÃO PAULO
1999

RESUMO

O diamante foi descoberto em 1842 nas margens do rio Mucugê, afluente das cabeceiras do rio Paraguaçu, na Serra do Sincorá localizada na Chapada Diamantina, região situada no centro-leste do estado da Bahia. O desenvolvimento dos garimpos deu origem à diversas vilas que por sua vez evoluíram para as cidades de Lénçóis, Andaraí, Palmeiras, Mucugê, Morro do Chapéu, Igatu, Xique-Xique, Piranhas, entre outras, cujo desenvolvimento acompanhou de perto o comércio do diamante. Além do diamante, a região ganhou fama devido à ocorrência de diamantes policristalinos entre os quais os mais frequentes vem sendo o carbonado e o tipo ballas. Ambos são constituídos por microcristais de diamante; no carbonado eles formam agregados aleatórios de cores escuras e textura porosa enquanto que na variedade ballas, os microcristais formam agregados esféricos, translúcidos e de cores variando do incolor ao preto. Enquanto a densidade do diamante é constante em torno de 3,51 a do carbonado é variável dentro da faixa entre 3,0 a 3,45.

Os garimpos da Chapada Diamantina seguem o padrão de outras áreas brasileiras no qual o garimpeiro trabalha isolado usando peneiras e batéias. As tentativas de mecanização dos garimpos tiveram existência efêmera. Do ponto de vista geológico, o diamante e o carbonado estão associados a metaconglomerados da Formação Tombador, do Grupo Chapada Diamantina, Super Grupo Espinhaço do Proterozóico Médio. A Formação Tombador é constituída por um pacote de sedimentos entre os quais se destacam arenitos eólicos e fluviéólicos e conglomerados formados por leques aluviais que foram metamorfisados durante os eventos orogenéticos do Proterozóico Médio. O diamante e o carbonado são lavrados a partir de sedimentos quaternários constituídos essencialmente de areias e cascalhos provenientes da erosão das rochas da Formação Tombador. Os minerais pesados que acompanham o diamante e o carbonado na região são representados pela magnetita, ilmenita, hematita, turmalina, rutilo, zircão, hornblenda, epídoto, cianita, andaluzita, granada almandina, coríndon, crisoberilo, estaurolita e ouro. Estas fases são provenientes de rochas metamórficas do embasamento estando ausentes os indicadores típicos de rochas kimberlíticas.

O diamante da região é representado por cristais de hábito predominantemente rombododecaédrico, seguidos de cristais irregulares, fragmentos de clivagem, agregados cristalinos, além de cristais cúbicos, octaédricos e de combinações entre

essas formas simples. Com relação à cor macroscópica predominam os cristais incolores seguidos dos castanhos, cinzas, amarelos, pretos e os de cores raras como rosa, azul e vermelho. O padrão granulométrico indica que o diamante possui uma granulometria de fina a média sendo raros os cristais acima de 5 ct.

O carbonado é a principal variedade policristalina da região ocorrendo na forma de agregados granulares de textura porosa, de coloração escura entre as quais se destacam o cinza, o castanho e o preto. Ao contrário do diamante, o carbonado ocorre desde cristais de dimensões milimétricas até exemplares de dezenas, centenas e até alguns milhares de quilates. O Carbonado do Sérgio de 3.167 ct encontrado na região de Lençóis em 1905, continua sendo o maior diamante conhecido pelo homem até hoje. A produção de carbonado alcançou o apogeu no final do século passado, mas começou a declinar na primeira metade desse século com o desenvolvimento das minas de diamante industrial da África, e posteriormente com a competição do diamante sintético a partir do final dos anos 60. Nos últimos anos a criação do Parque Nacional da Chapada Diamantina inviabilizou o garimpo na região.

Com relação à origem do diamante, faltam trabalhos sistemáticos de prospecção na área. Os dados obtidos nesse trabalho revelaram a ausência dos indicadores tradicionais de kimberlitos representados pela granada piropo, ilmenita magnesiânica, cromioespinélio, cromiodiopsídio e zircão. A falta desses minerais indica que as fontes primárias são antigas podendo ter sido cortadas pela erosão ou estarem cobertas por sedimentos da plataforma. Com relação ao carbonado, algumas observações feitas no decorrer desse trabalho sugerem que a origem desse tipo de diamante está relacionada com a formação do próprio diamante monocristalino. A associação íntima entre esses dois tipos de diamante confirmada em vários locais do Brasil e do exterior, bem como os intercrescimentos cristalinos diamante-carbonado, sugerem uma origem kimberlítica para as variedades policristalinas.

ABSTRACT

Diamond was discovered in the Chapada Diamantina area in 1842 on the banks of the Mucugê river, located in the central-eastern region of the Bahia State. The development of the diggings originated several villages which on its turn originated the towns of Lencóis, Andaraí, Palmeiras, Mucugê, Morro do Chapéu, Igatu, Xique-Xique, Piranhas. However, the trademark of the region became the discovery of carbonado and ballas, two polycrystalline varieties of diamond. Both are constituted of microcrystals of diamond. Carbonado is made up of alleatory tiny micrometric crystallites constituting aggregates with ceramic-like texture. Carbonado varies in size as well as in colour being usually dark, gray or brown. Ballas, on the other hand, displays an espherical habit being made up of cristallites with an radial arrangement. As carbonado, ballas are usually dark, gray or brown in colour. Diamond has an almost constant density of 3,51 while in carbonado it is variable between 3,0 and 3,45.

Roughly the diggings of Chapada Diamantina are similar to the others throughout Brazil where the garimpeiro works alone using only sieve and pan. Several tentatives in order to mechanize the washings failed in the area. Concerning the geology, diamond and carbonado are associated with metaconglomerates of the Tombador Formation of the Chapada Diamantina Group, part of the middle proterozoic Espinhaço Supergroup. The Tombador Formation is made up of eolian and fluvio-eolic metassediments constituting aluvial fans that were metamorphosed during the middle proterozoic orogenesis. Diamond and carbonado have been prospected from quaternary sediments made up of sands and gravels as a result of the erosion of the Tombador Formation rocks. The heavy minerals associated with diamond and carbonado in the region is comprised of magnetite, ilmenite, hematite, tourmaline, rutile, zircon, hornblende, epidote, kyanite, andalusite, almandine garnet, corindon, crysoberil, staurolite and gold. The former minerals are all typical metamorphic phases being derived from the crystalline basement rocks. Kimberlite indicators such as pyrope garnet, Mg-ilmenite, Cr-spinel, Cr-diopside and zircon are absent in the area.

The study of representative parcels of diamond recovered in the region showed that the majority of diamonds have a rhombododecahedral crystalline habit. The remaining crystallographical types include irregular crystals, fragments, crystalline aggregates, macles, cubic and octahedral crystals as well as combinations among the late forms. Regarding the macroscopic colour most of the crystals are colourless,

although yellow, brown, gray and black are common too. Fancy colours such as pink, blue and red have been observed in the area. As to the size diamonds range around some millimeters; crystals bigger than 5 ct are rare.

Carbonado is the main polycrystalline variety in the region occurring as porous granular aggregates with a ceramic-type texture. The colour is usually dark ranging from gray to brown and black. Concerning the size carbonado range from milimetric up to centimetric samples. The Sérgio Carbonado found near the town of Lençóis in 1905 and weighing 3.167 ct is still the biggest diamond ever found. The amount of carbonado produced reached its peak around 1880 declining in the beginning of this century. The use of synthetic diamond after the 60's followed by the establishment of the National Park of Chapada Diamantina ended the washing of gravels in the area.

The origin of diamond is still a controversial subject due to the lack of systematic surveys in the area. The absence of kimberlite indicators such as pyrope garnet, Mg-ilmenite, Cr-spinel, Cr-diopside and zircon as well suggests that the primary source rocks may have been eroded or are covered now by sediments of the platform. As to the carbonado some observations made during this work suggest that the origin of the polycrystalline varieties is related to the formation of the monocrystalline diamond itself. The intimate association between diamond and carbonado confirmed in several localities in Brazil and elsewhere as well as the crystalline intergrowth between diamond and carbonado suggests a kimberlitic origin for the polycrystalline varieties.

4.1.2.1 UNIDADE DE LITOFÁCIE DE PLANÍCIE DE MARÉ	54
4.1.2.2 UNIDADE DE LITOFÁCIE DE PLATAFORMA RASA	55
4.1.3 FORMAÇÃO MORRO DO CHAPÉU	55
4.1.3.1 UNIDADE DE ASSOCIAÇÃO DE LITOFÁCIES FLUVIEÓLICA	56
4.1.4 SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO	57
4.1.5 QUATERNÁRIO	58
5.O DIAMANTE DA CHAPADA DIAMANTINA	59
5.1 DISTRIBUIÇÃO DOS GARIMPOS	60
5.1.1. LEVANTAMENTO GEOLÓGICO DOS GARIMPOS	66
5.2 MINERAIS PESADOS ASSOCIADOS	70
5.3 ASPECTOS FÍSICOS E MORFOLÓGICOS	86
5.3.1 GRANULOMETRIA	87
5.3.2 MORFOLOGIA	91
5.3.3 ESTRUTURAS DE SUPERFÍCIE	96
5.3.4 COR MACROSCÓPICA	99
6.CARBONADOS DA CHAPADA DIAMANTINA	104
6.1 DIMENSÕES	110
6.2 COR MACROSCÓPICA	117
6.3 DENSIDADE	119
6.4 INCLUSÕES	124
6.5 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS	127
6.6 BALLAS	132
7.ASPECTOS ECONÔMICOS	135
7.1 HISTÓRICO	135
7.2 TEOR	137
7.3 CLASSIFICAÇÃO	138
7.4 VALOR COMERCIAL	140
8.ORIGEM DO DIAMANTE E DO CARBONADO	149

8.1 DIAMANTE	149
8.2 CARBONADO	152
9.AGRADECIMENTOS	163
10.BIBLIOGRAFIA	165

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.	13
Figura 2 - Fluxograma de amostragem dos minerais pesados.	16
Figura 3 - Esquema mostrando a focalização dos feixes difratados em goniômetros de modelos diferentes.	25
Figura 4 - Mapa geomorfológico da área entre Palmeiras e Mucugê.	28
Figura 5 - Esboço geológico do Cráton do São Francisco.	36
Figura 6 - Mapa Geológico da Chapada Diamantina.	40
Figura 7 - Coluna estratigráfica da área estudada.	41
Figura 8 - Características dos componentes do metaconglomerado da Formação Tombador.	53
Figura 9 - Mapa de localização dos garimpos e dos pontos de amostragem. ...	65
Figura 10 - Perfil geológico do garimpo do Betão.	67
Figura 11 - Difratoograma da uma magnetita da região de Andaraí.	76
Figura 12 - Difratoograma da uma hematita da região de Lençóis.	76
Figura 13 - Difratoograma da uma ilmenita da região de Lençóis.	78
Figura 14 - Difratoograma da um rutilo região de Palmeiras.	78
Figura 15 - Difratoograma da uma turmalina (dravita) da região de Andaraí.	80
Figura 16 - Difratoograma da um zircão da região de Lençóis.	80
Figura 17 - Difratoograma da uma cianita da região de Lençóis.	81
Figura 18 - Difratoograma da uma andalusita da região de Palmeiras.	81
Figura 19 - Difratoograma da uma granada (almandina) da região de Andaraí. .	83
Figura 20 - Difratoograma da uma hornblenda da região de Palmeiras.	83
Figura 21 - Difratoograma da um coríndon da região de Andaraí.	84
Figura 22 - Difratoograma da um crisoberilo da região de Palmeiras.	84
Figura 23 - Difratoograma da uma estauroлита da região de Andaraí.	85
Figura 24 - Difratoograma da um epídoto da região de Andaraí.	85
Figura 25 - Curvas granulométricas de diamantes de locais do Brasil e do exterior.	88
Figura 26 - Padrão granulométrico do diamante da Chapada Diamantina.	90
Figura 27 - Padrão morfológico do diamante da Chapada Diamantina.	95

Figura 28 - Variação da cor dos diamantes da Chapada Diamantina.	101
Figura 29 - Difratoograma de carbonados de Andaraí e Lençóis, mostrando as três reflexões principais do diamante.	128
Figura 30 - Difratoograma de carbonados de Lençóis mostrando as três reflexões principais do diamante.	129
Figura 31 - Relação gema/indústria da Chapada Diamantina.	141
Figura 32 - Ocorrências de diamante e de carbonado associados em alguns países da América do Sul.	157
Figura 33 - Modelo de formação do diamante mono e policristalino.	161

FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Vista parcial da cidade de Lençóis.	8
Fotografia 2 - Monumento ao garimpeiro situado na praça principal de Andaraí.	8
Fotografia 3 - Vista parcial da cidade de Palmeiras.	9
Fotografia 4 - Vista panorâmica da cidade de Mucugê.	9
Fotografia 5 - Vista do vale entre Palmeiras e Lençóis.	30
Fotografia 6 - O Morro do Pai Inácio.	30
Fotografia 7 – Estratificação cruzada tabular em arenitos da Formação Tombador.	45
Fotografia 8 - Aspecto da unidade fluviéolica da Formação Tombador.	45
Fotografia 9 – Arenitos eólicos com estratificação planoparalela da Formação Tombador.	49
Fotografia 10 - Aspecto do conglomerado no leito do Rio Lençóis.	49
Fotografia 11 – Vista do conglomerado próximo à cidade de Lençóis.	51
Fotografia 12 - Conglomerado com estratificação cruzada acanalada da Formação Tombador.	51
Fotografia 13 - Dragas utilizadas na extração do cascalho diamantífero.	62
Fotografia 14 - Aspecto de uma bica (sluice) usada na concentração do cascalho diamantífero.	62
Fotografia 15 - Aspecto do cascalho diamantífero na margem do Rio Preto. ...	69

Fotografia 16 - Detalhe do cascalho diamantífero na margem do Rio São José.	69
Fotografia 17 - Coleção de diamantes do Sr.Oswaldo S. Pereira.	93
Fotografia 18 - Lote de diamantes coloridos do Sr.Oswaldo S. Pereira.	102
Fotografia 19 - Coleção de carbonados do Sr. Oswaldo S. Pereira.	106
Fotografia 20 - Coleção de carbonados do Professor Darcy P. Svisero.	106
Fotografia 21 - Lote de carbonados adquiridos pelo autor.	107
Fotografia 22 - O Carbonado do Sérgio de 3.167 ct.	111
Fotografia 23 - Lote de carbonados com pesos acima de 50 ct.	116
Fotografia 24 - Carbonados de formas, cores e texturas distintas.	118
Fotografia 25 - Argila nos poros e cavidades de um carbonado.	120
Fotografia 26 - Quartzo hialino no poro de um carbonado.	120
Fotografia 27 - Ballas de cor cinza proveniente da região de Lençóis.	133
Fotografia 28 - Ballas de cor vermelho escuro da região de Lençóis.	133
Fotografia 29 - Carbonado do garimpo Gamela, Coromandel, MG.....	158
Fotografia 30 - Associação diamante-carbonado do Alto Araguaia, MT.	159
Fotografia 31 - Associação diamante-carbonado da região de Lençóis, BA.	159

FOTOMICROGRAFIAS

Fotomicrografia 1 - Trígonos de tipos piramidal (P) e truncada (F).	97
Fotomicrografia 2 - Trígonos em processos de formação em uma face (111). .	97
Fotomicrografia 3 - Degraus em superfícies rombododecaédricas (110).	98
Fotomicrografia 4 - Degraus em estágio avançado de dissolução.	98

MICROGRAFIA ELETRÔNICA

Micrografia eletrônica 1 - Inclusão epigenética de calcita.	125
Micrografia eletrônica 2 - Inclusão epigenética de rutilo.	125
Micrografia eletrônica 3 - Inclusões epigenéticas de florencita e de ouro.	126
Micrografia eletrônica 4 - Textura superficial de um carbonado.	131

Micrografia eletrônica 5 - Microcristais octaédricos constituintes de um carbonado.	131
Micrografia eletrônica 6 - Exemplar de ballas de cor vermelho escuro.	134
Micrografia eletrônica 7 - Ballas da região de Jequitaiá, Serra do Espinhaço, MG.	134
Micrografia eletrônica 8 - Carbonado da região de Grão Mogol, MG.	158

TABELAS

Tabela 1 - Relação das descobertas de diamante através do tempo.	4
Tabela 2 - Cadastro dos garimpos da Chapada Diamantina.	63
Tabela 3 - Série de estabilidade dos minerais pesados.	71
Tabela 4 - Minerais acompanhantes do diamante e do carbonado do Alto Paraguaçu.	73
Tabela 5 - Constantes dos crivos granulométricos do sistema "ANTWERP". ...	89
Tabela 6 - Relação das amostras de carbonados reunidos no decorrer desse trabalho.	108
Tabela 7 - Relação dos maiores diamantes encontrados no Brasil.	112
Tabela 8 - Densidades de carbonados da Chapada Diamantina.	123
Tabela 9 - Valores para compra de diamante e carbonado referentes a 1930..	142
Tabela 10 - Preços do diamante referentes ao período de 1938-1944.	142
Tabela 11 - Cotação do diamante em junho de 1967.	144
Tabela 12 - Preços atuais do diamante da Chapada Diamantina.	144
Tabela 13 - Levantamento do potencial do diamante e de outros bens minerais da área dessa Dissertação.	145
Tabela 14 - Minerais pesados da área estudada comparados com associações de outros locais.	151

ASPECTOS MINERALÓGICOS, GEOLÓGICOS E ECONÔMICOS DE DIAMANTES E CARBONADOS DA CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA.

1.INTRODUÇÃO

Dentre as gemas, o diamante é a de composição química mais simples, sendo constituída unicamente pelo elemento químico carbono (C), podendo conter vários outros elementos sob a forma de impurezas químicas. Os gregos antigos denominavam-no indomável, devido a sua dureza 10 na escala relativa de Mohs, a maior encontrada na natureza. O termo diamante origina-se da palavra latina "adamantem", a qual foi adulterada posteriormente para "adiantem" (Reis, 1959).

O diamante já era conhecido pelo homem desde a antiguidade. O Velho Testamento, o qual se supõe ter sido escrito a 1.700 anos antes de Cristo, contém referências sobre essa gema. Dados históricos indicam que o diamante já era extraído na Índia entre 800 e 600 anos antes de Cristo, conforme indicado por uma estátua indiana do século V A.C. na qual existe um diamante em cada olho. Plínio, o Grande, no século I D.C., também faz referências ao diamante por sua qualidade, dureza e raridade, a qual "figura na vanguarda, não somente das pedrarias, mas ainda de todas as riquezas humanas, e que durante muito tempo só reis, e poucos deles, conheceram". No ano 600 D.C., o diamante foi descoberto em Bornéu, e continuou sendo produzido somente no Oriente até século XVIII (Abreu, 1973).

No início do século dezoito, o território brasileiro estava sendo colonizado pelos portugueses que estavam a procura de ouro e pedras preciosas. Por volta de 1714, o diamante foi descoberto no pequeno Arraial de Tejuco, onde hoje situa-se a cidade de Diamantina (Leonardos, 1959). Os garimpos de Diamantina expandiram-se rapidamente tornando-se um dos principais distritos diamantíferos do país, posição compartilhada com os garimpos dos estado de Mato Grosso nos dias atuais. Com o

passar do tempo, novas ocorrências de diamante foram identificadas no Brasil e em outros continentes sendo a sua exploração sempre associada a aluviões.

Em 1871, o diamante foi encontrado em Kimberley, na África do Sul, em um barro amarelo (yellow-ground) na superfície do solo, que em profundidade maior tornava-se azul (blue-ground). Verificou-se logo em seguida com os trabalhos de mineração que o diamante ocorria associado a granadas vermelhas, piroxênio e mica verdes, além de grande quantidade de minerais opacos, todos dispersos em uma massa argilosa, que posteriormente, foi classificada como de origem vulcânica. Lewis (1887), apoiado em trabalhos petrográficos, classificou essa rocha portadora de diamante como um tipo particular de mica peridotito, ao qual deu o nome de kimberlito, em homenagem a localidade mineira de Kimberley, cujo nome havia sido retirado de Lord Kimberley, que na época era gerente do governo britânico para a Colônia do Cabo. Tendo sido encontrado "in situ", a mineração progrediu com a formação do cartel De Beer's que nas décadas seguintes, passou a controlar a pesquisa, a produção e a comercialização do diamante no mundo.

Após a descoberta pioneira de Diamantina no começo do século XVIII, o diamante foi sendo descoberto em vários outros pontos do país, tais como Mato Grosso, Goiás, Bahia e Paraná. Por volta de 1843 (Leonardos, 1937; Reis, 1959), foi descoberto nas lavras garimpeiras da Chapada Diamantina, um tipo de diamante de propriedades completamente distintas do diamante até então conhecido. Tratava-se de um agregado policristalino, opaco, escuro, poroso, de forma subédrica que recebeu o nome de carbonado. Verificou-se posteriormente, que a quantidade de carbonado era maior que a do próprio diamante convencional (monocristalino, transparente, octaédrico e/ou rombododecaédrico de faces curvas). Além da dureza excepcional do diamante comum, observou-se que o carbonado era em adição, tenaz, ou seja, resistente ao choque mecânico, prestando-se portanto, a amplo uso como material industrial. Nessas condições, os depósitos da Chapada Diamantina vivenciaram um notável apogeu de produção e comércio, principalmente na segunda metade do século XIX, declinando no começo deste século em virtude do aumento da produção de

diamante industrial pelos países africanos. Nos anos subsequentes, foram registradas ocorrências de carbonado nos estados de Mato Grosso, Minas Gerais e Paraná (Leonardos, 1937, 1959; Reis, 1959; Abreu, 1973). Fora do Brasil, são conhecidas ocorrências na Rússia (Kaminskiy *et al.*, 1985), Venezuela (Kerr *et al.*, 1948) e Rio Ubangi na República Centro Africana (Trueb & de Wys, 1971). A Tabela 1 reúne de forma condensada os fatos históricos relativos a descoberta do diamante nos diversos países do mundo.

Apesar da possança e da importância que os depósitos de carbonados da Chapada Diamantina tiveram no final do século passado, o conhecimento mineralógico e geológico desse material continua precário até os dias de hoje. Os trabalhos da literatura limitam-se a relatar fatos históricos expondo alguns dados de produção em períodos localizados (Leonardos, 1937), sem haver nenhuma discussão sobre a origem desse tipo de diamante curioso. No decorrer dessa Dissertação, procuramos compilar o maior número de informações disponíveis sobre os diversos aspectos dos depósitos de carbonado. Infelizmente, a região onde houve a fase mais intensa de mineração, encontra-se nos dias de hoje dentro da área pertencente ao Parque Nacional da Chapada Diamantina, onde a garimpagem está proibida. Esse fato limitou seriamente a observação direta da mineração do carbonado tal como vinha sendo executada desde a segunda metade do século passado. Para contornar esse fato, procuramos garimpeiros e comerciantes de diamantes (capangueiros), de quem adquirimos as amostras investigadas nesse trabalho. Um dos pontos que mais chamou a atenção no decorrer desse trabalho está relacionado a origem desse material. Enquanto a origem do diamante convencional está relacionada a kimberlitos e lamproítos conhecidos em todos os continentes, a do carbonado continua sendo motivo de discussões. O objetivo dessa Dissertação, é levantar os fatos históricos relacionados a garimpagem do carbonado, bem como apresentar uma caracterização mineralógica desse material, complementada pelo contexto geológicos dos depósitos.

Tabela 1 – Relação das descobertas de diamante mais significativas ocorridas nos diversos países através do tempo.

País	Localidade	Ano	Tipo de depósito
Índia	Golconda	800 a 600 A.C.	Detritico
Bornéo		600 D.C.	Detritico
Brasil	Arraial do Tejuco	1726	Metaconglomerado
	Rio São Lourenço, MT	1790	Detritico
	Chapada Diamantina, BA	1842	Metaconglomerado
	Água Suja, MG	1860	Conglomerado
	Tibají, PR	1930	Detritico
	Juína, MT	1975	Detritico
África do Sul	Colônia do Cabo	1867	Detritico
	Kimberley	1871	Kimberlito
	Mina Premier	1904	Kimberlito
	Rio Vaal	1926	Detritico
	Namaqualândia	1927	Detritico
Guiana Inglesa		1880	Detritico
Guiné	Aredor	1890	Detritico
Estados Unidos da América	Arkansas	1906	Lamproito
	Wyoming / Colorado	1979	Kimberlito
Congo (Zaire)	Mbuji Mayi (Kasai)	1906	Kimberlito
Namíbia	Luderitz	1908	Detritico
Tanzânia	Mwadui	1910	Kimberlito
Angola	Vale do Rio Kasai	1912	Detritico

Continuação

República Centro Africana		1914	Detritico
Gana		1919	Kimberlito
Costa do Marfim		1929	Detritico
Serra Leoa	Koidu	1930	Kimberlito
Libéria	Norte e noroeste	1930	Kimberlito
Guiné (Francesa)		1932	Detritico
Lesotho	Letseng-la-Terae	1958	Kimberlito
Botswana	Orapa	1967	Kimberlito
Venezuela	Rio Caroni	1901	Detritico
	Rio Quebrada Grande	1970	Detritico
Rússia	Montes Urais	1942	Detriticos
	Yakutia	1957	Kimberlito
China		1955	Kimberlito
Rússia	Mir	1958	Kimberlito
Swaziland		1973	Kimberlito
Austrália	Argyle	1979	Lamproito
Canadá	Lac de Grass	1998	Kimberlito

Considerando a grande extensão das ocorrências de carbonados da Chapada Diamantina, restringimos os nossos trabalhos aos garimpos situados nos municípios de Lençóis, Palmeiras, Andaraí e Mucugê.

1.1 HISTÓRICO

No Brasil, os relatos sobre os diamantes surgem a partir de 1714 (Leonardos, 1959), “onde os cristaizinhos reluzentes começam a aparecer nas batéias dos faiscadores de ouro do Tejuco, comarca de Nossa Senhora do Sêro do Frio, nas Minas Gerais”. O primeiro a identificar os diamantes no Tejuco, hoje Diamantina, foi o frade italiano Elói Torres, o qual esteve nas minas de Golconda na Índia, e reconheceu as pedrinhas que marcavam os tentos dos jogos praticados pelos habitantes locais. Sabendo do que se tratava tais pedras, um traficante baiano, Felipe de Santiago, começa a exportar clandestinamente a gema para Lisboa a qual é vendida por muitos anos como mercadoria Oriental.

Só então em 1730 a Coroa Portuguesa toma conhecimento da existência dos diamantes do Brasil (Leonardos, 1959). Em 1731, devido ao contrabando, apesar da exploração monopolizada e da fiscalização rigorosa da Coroa, a metrópole vê-se abarrotada de diamantes, sendo o rei obrigado a suspender as licenças de lavra. Tamanha era a produção e contrabando de diamante do Brasil para a Europa que em 1732 o mercado já não tinha cotação para o diamante, sendo o problema solucionado com o aumento dos impostos sobre a produção em 1733 e, o arrendamento das lavras em 1740 por regime de contrato. Surge neste período de arrendamento um dos fatos pitorescos da História Brasileira, a do contratador João Fernandes de Oliveira e a mulata Chica da Silva. Para se ter uma idéia da capacidade diamantífera da região, a Casa da Moeda de Lisboa registra que dos anos de 1753 a 1800 foram vendidos 2.099.593 quilates de diamantes vindos do Brasil.

O diamante foi descoberto no Estado da Bahia pelos cientistas alemães Spix e Martius em 1821, na sua travessia pelo sertão baiano vindos de Minas Gerais, na Serra do Sincorá, localizada no contexto geológico da Chapada Diamantina (Leonardos, 1937). Por volta de 1842, foram feitas as primeiras explorações intensas na região, às margens do rio Mucugê no alto Paraguaçu, onde chegou a ocorrer na região a concentração de 30.000 pessoas. Contudo, é entre 1850 e 1860 que ocorre o apogeu da exploração diamantífera na Bahia com uma produção da ordem de 70.000 quilates por ano, declinando nos anos subsequentes (Abreu, 1973).

Os carbonados, por sua vez, foram descobertos em 1843 nos placeres diamantíferos do Rio São José, Distrito de Sincorá, hoje Contendas do Sincorá (Leonardos, 1937). O montante da produção pode ser avaliado pelo o fato da França ter instalado na cidade de Lençóis um consulado onde entre outros negócios era intermediadora da venda de diamante e carbonado para Europa. Após a decadência das lavras, o prédio foi abandonado tendo sido restaurado na última década. A mineração do carbonado trouxe um surto extraordinário de progresso para a região, sobretudo na segunda metade do século passado. O comércio prosperou, produzindo como resultado a urbanização das cidades situadas na orla dos garimpos. Cidades como Lençóis, Andaraí e Palmeiras, entre outras, desenvolveram-se e as marcas desse progresso podem ser vistas hoje no estilo imponente das casas e sobrados que retratam de forma clara o apogeu dos garimpos (Fotografias 1, 2, 3 e 4). Nesse sentido, o monumento aos garimpeiros existente no centro de Andaraí, constitui homenagem justa à figura que, em última instância, libertou as riquezas que fizeram florescer as cidades da Chapada Diamantina.

A produção de diamantes e carbonados na região entra em declínio após a descoberta dos diamantes associados a kimberlitos na África do Sul. Além disso, a manutenção dos mesmos métodos rudimentares de mineração usados nos garimpos, não permitindo a exploração de depósitos de médio e baixos teores, colaboraram para o declínio paulatino da garimpagem.

Fotografia 1 - Vista parcial da cidade de Lençóis notando-se os casarões coloniais remanescentes do apogeu dos garimpos.

Fotografia 2 - Monumento ao garimpeiro situado na praça principal de Andaraí.

Fotografia 3 - Vista parcial da praça e casarios da cidade de Palmeiras.

Fotografia 4 - Vista panorâmica mostrando a cidade de Mucugê e a Serra do Sincorá ao fundo.

No início do século XX, com a valorização do diamante e do carbonado no mercado internacional houve uma retomada dos trabalhos na área. Com uma exploração feita sempre por meio de garimpagem, em 1927 foi instalada às margens do Paraguaçu, na localidade de Moreno, uma usina para a extração mecanizada de carbonados e diamantes - Companhia Brasileira de Exploração Diamantífera -, numa associação entre o engenheiro Macambira Montes Flores e capital americano. Tal empreendimento, no entanto, teve pouca duração devido à depressão econômica da época, à baixa produtividade dos cascalhos tratados e o alto custo da produção. Segundo Leonardos (1937), durante o funcionamento da empresa entre os anos de 1929 e 1931, foram produzidos 4.019 quilates de carbonados e 2.008 quilates de diamantes, correspondendo a 14 m³ por quilate de carbonado e 28 m³ por quilate de diamante de cascalhos tratados. Ao que se tem notícia, esta foi a única tentativa de exploração em escala industrial na área, na qual sempre houve a predominância dos garimpos.

Apesar da importância que a produção de diamante e carbonado alcançou na Chapada Diamantina, o número de trabalhos geológicos a respeito da região é relativamente pequeno não sendo condizente com a notoriedade do carbonado, material de ocorrência rara, excepcionalmente concentrado nesta região. Contudo, alguns fatos conhecidos talvez possam justificar essa situação. A mineração praticada nos garimpos desde o princípio da extração do diamante e do carbonado na área sempre foi uma atividade sem planejamento, que consistia na retirada dos cascalhos mais ricos. A deficiência no emprego do Código de Mineração, na primeira metade deste século, quando a produção era importante, foi outro fator que colaborou para agravar a situação. Soma-se a isso a introdução do diamante sintético (Bovenkerk *et al.*, 1959) no mercado a partir de 1955, dificultando ainda mais a situação do comércio. Por fim, a falta de recursos e interesse por parte dos órgãos competentes em gerar trabalhos de pesquisa na região.

Atendendo à Procuradoria Geral da Justiça do Ministério Público, Núcleo de Meio Ambiente, o Departamento Nacional da Produção Mineral e a Divisão de

Mineração do Ministério de Minas e Energia da Bahia, executaram trabalhos técnicos sistematizados, a que se denominou Projeto Chapada Diamantina, no âmbito e adjacências do Parque Nacional da Chapada Diamantina, incluindo os municípios de Lençóis, Andaraí, Palmeiras e Mucugê (Moraes & Couto, 1993). Esse trabalho teve como objetivo conscientizar os poderes públicos sobre a questão dos danos ao meio ambiente e a extração de bens minerais (garimpos) na Chapada Diamantina. Tais informações, e a pressão da sociedade, paralisaram os garimpos restantes, não mais que uma dezena, que foram impedidos de funcionar pela Secretaria do Meio Ambiente (SEMA), em função da criação do Parque Nacional da Chapada Diamantina pelo Decreto Federal nº 91.655 de 17 de setembro de 1985. Não fossem as belezas naturais da região, com um grande número de cachoeiras e córregos propiciados pelo relevo entrecortado por vales, a flora e a fauna ainda remanescentes, os casarios de arquitetura colonial e o apóio do governo estadual na realização de obras de infraestruturas, uma vez que a cidade de Lençóis já conta com um aeroporto de porte médio, a decadência social e econômica da região perduraria até hoje.

1.2 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA

A zona diamantífera da Bahia compreende vários municípios, muitos inseridos na Chapada Diamantina, localizada na porção central do estado, dentre os quais podemos destacar Morro do Chapéu, Rio de Contas, Igatu (Xique-Xique), entre outros. Os municípios de Lençóis, Palmeiras, Andaraí e Mucugê, localizam-se na porção centro-sul do Estado da Bahia, em terrenos pertencentes à Chapada Diamantina. O acesso à região se faz pela rodovia BR-116 (Rio-Bahia), até o entroncamento com a BR-242, local denominado Ponte do Paraguaçu. A BR-242 por sua vez, faz a ligação ao oeste do estado cruzando o município de Barreiras, conhecido nacionalmente pelo plantio de soja. A partir desse ponto percorre-se 246 km até o entroncamento de Lençóis, que já está situada na área de ocorrência dos carbonados. Recentemente foi

inaugurada uma nova rodovia asfaltada que facilita o acesso à Chapada Diamantina na sua porção sul. A partir de Vitória da Conquista segue-se em direção à Anagé, distante 45 km, pela BR-407. A partir desse ponto, toma-se o acesso a direita em direção a Barra da Estiva distante 120 km e, até Mucugê percorre-se mais 100 km. O acesso às demais localidades pode ser efetuado por rodovias estaduais ou estradas vicinais. Conforme já foi informado anteriormente a área de estudo está contida nos municípios de Lençóis, Palmeiras, Andaraí e Mucugê (Figura 1).

1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO

As áreas diamantíferas da Chapada Diamantina na Bahia já são conhecidas de longa data, porém, boa parte da bibliografia trata dos aspectos geológicos e geomorfológicos, relatando a ocorrência de diamantes e carbonados na região. Quanto aos trabalhos de pesquisa mineral, os quais são poucos, estes são direcionados para a área de geologia econômica, tratando superficialmente os aspectos mineralógicos do diamante e do carbonado. Nesse sentido um dos objetivos dessa Dissertação é tentar preencher os aspectos ainda pouco explorados na mineralogia e geologia do diamante e do carbonado. Assim sendo, listamos a seguir os tópicos mais importantes que serão abordados no decorrer deste trabalho.

- a) Cadastramento dos garimpos ativos e desativados de diamante e de carbonado.
- b) Definição do contexto geológico dos garimpos.
- c) Amostragem das assembléias minerais associados ao diamante e ao carbonado.
- d) Identificação dos minerais acompanhantes do carbonado por métodos ópticos e roentegenográficos.
- e) Caracterização dos diamantes e carbonados do ponto de vista mineralógico.
- f) Proposta de um modelo para a origem do diamante e do carbonado da Chapada Diamantina.

Figura 1 - Localização geográfica das ocorrências de diamantes e carbonados na Chapada Diamantina, Bahia, e principais acessos rodoviários à área, (Adaptado do Mapa Metalogenético do Estado da Bahia, 1982).

2.MÉTODOS DE ESTUDO

Antes de iniciar a descrição dos métodos de estudo, faz-se pertinente algumas observações. Apesar da fama histórica de grande produtora de diamantes e carbonados, nesta última década foram grandes as transformações ocorridas nos municípios da Chapada Diamantina, especialmente para os municípios com tradições exploratórias pelo método de garimpo. Ocorre que tal atividade além de já não trazer uma rentabilidade e nem retorno social para a região, vinha sofrendo pressões de grupos ambientais para a concretização do Parque Nacional da Chapada Diamantina, fato que ocasionou a paralisação da grande maioria dos garimpos, restando na época das nossas visitas de campo menos que uma dezena de garimpos em atividade. Esse fato dificultou e limitou as nossas atividades de amostragem na região.

Para a execução dos trabalhos desta dissertação inicialmente foi feito um levantamento da bibliografia existente pertinente ao assunto, utilizando-se o acervo de livros e periódicos da Biblioteca do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, no momento a mais completa do País, além de contatos diretos e aquisição de material publicados pela CPRM com sede na cidade de Salvador, Bahia.

2.1 TRABALHOS DE CAMPO

Durante os trabalhos de campo, tivemos que fazer uso de um grande número de cartas geográficas e geológicas, que nos propiciaram acesso às áreas de garimpos antigos e modernos. Para a execução dos mapas, foram usadas as seguintes publicações: a) Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Escala 1:100.000, Folha SD.24-V-A-V (Lençóis), Estado da Bahia, DNPM/CPRM, 1990; b) Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Escala 1:100.000, Folha SD.24-V-A-II (Utinga), Estado da Bahia, DNPM/CPRM, 1990; c) Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Escala 1:100.000, Folha SD.24-V-C-II

(Mucugê), Estado da Bahia, DNPM/CPRM, 1990; d) Mapa metalogenético do Estado da Bahia, Escala 1:1.000.000, Secretaria das Minas e Energia, Coordenação da Produção Mineral, 1982; e) Projeto Chapada Diamantina: Parque Nacional da Chapada Diamantina, BA, Informações Básicas para a Gestão Territorial, Escala 1:312.500, CPRM/IBAMA, 1994.

Posteriormente aos trabalhos básicos de consulta bibliográfica e elaboração de mapas, foram realizadas visitas à área de trabalho, onde efetuamos contatos com garimpeiros e comerciantes de diamantes e carbonados da região. Essas viagens iniciais tiveram como objetivo facilitar o reconhecimento do contexto geológico da região, auxiliar a localização dos garimpos ativos ou desativados, conhecer o perfil geológico das áreas de garimpos, de carbonado e diamante, examinar lotes de propriedades dos comerciantes locais (capangueiros), amostrar e adquirir diamantes e carbonados representativos para os trabalhos iniciais e amostrar os minerais acompanhantes desses materiais na região.

Os minerais pesados que acompanham o diamante e o carbonado na região, foram separados por um conjunto de processos esquematizados no fluxograma da Figura 2. O processo tem início com a retirada de um volume de cascalho mineralizado suficiente para dar representatividade ao concentrado final, uma vez que certas fases minerais possuem um alto coeficiente de dispersão. No caso presente, lavou-se um volume correspondente a um dia de trabalho, empregando-se dragas de seis polegadas, que permitiram a lavagem e concentração de um volume de 10 a 12 m³. Esse volume é suficiente para reter fases que ocorrem em teores baixos, da ordem de grandeza do diamante e carbonado. Segue-se uma pré-concentração em caixa e calha (sluice) de onde já saem o rejeito e o concentrado mineralizado. Esse concentrado, por sua vez é separado por um conjunto de três peneiras com aberturas de 6,0 mm, 3,0 mm e 1,5 mm, seguidas por uma batéia no final (Figura 2). No processo comercial o diamante e o carbonado são selecionados nas frações retidas nas peneiras, enquanto que o ouro é selecionado na batéia. O conjunto das três peneiras equivale ao trabalho executado por um jigge em garimpos com separação mecanizada. Nesse caso, o ouro

Figura 2 - Fluxograma mostrando as diversas etapas adotadas no decorrer da amostragem dos minerais pesados, incluindo o diamante e o carbonado, efetuadas nos garimpos visitados.

fica retido no fundo do tanque. Os acompanhantes dos diamante e do carbonado ficam retidos nas peneiras e na batéia, dependendo da granulometria dos minerais em cada área. No caso presente as amostragens foram realizadas em garimpos localizados nas imediações de Palmeiras, Lençóis e Andaraí.

Os concentrados obtidos no campo foram posteriormente tratados por um conjunto de métodos físicos, que permitiram a separação de todas as fases minerais e a sua respectiva identificação por processos laboratoriais.

2.2 TRABALHOS DE LABORATÓRIO

Após seleção e aquisição de exemplares representativos da região, as amostras de carbonados foram classificadas segundo o local de origem e agrupadas para as análises posteriores. Já os minerais oriundos dos concentrados de batéia foram classificados segundo a sua densidade e posteriormente passaram por uma classificação granulométrica para estudos complementares. Todo o material selecionado foi estudado por uma combinação de diversos métodos analíticos apresentados de forma resumida nos itens subsequentes. Os princípios básicos dos métodos relacionados abaixo, são encontrados na literatura mineralógica dos últimos anos, seja em manuais específicos de literatura internacional (Zussman, 1967; Cullity, 1956; Azároff *et al.*, 1958; Borges, 1980), e nacional (Formoso, 1980; Gomes & Motta, 1980, 1984), ou ainda em teses de mestrado e doutorado, arquivadas na Biblioteca do IG/USP. No decorrer dos trabalhos de laboratório, fizemos uso, essencialmente, de técnicas mineralógicas clássicas tais como microscopia óptica e eletrônica, difração de raios X e medidas de algumas propriedades físicas tais como densidade. Considerando que esses métodos já foram discutidos pormenorizadamente em outras teses apresentadas no âmbito do Departamento de Mineralogia e Petrologia do IG/USP, (Camargo, 1965; Svisero, 1978; Gandini, 1994), faremos a seguir, apenas um comentário resumido dos métodos utilizados neste trabalho.

2.2.1 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras de carbonados representativas de localidades e garimpos diferentes, foram pesadas em uma balança analítica eletrônica Mettler Toledo, modelo AB204, com precisão de 0,0001 g com a capacidade máxima de 210 g, existente no Laboratório de Química do DMP do IG/USP. Em seguida, todas as amostras foram examinadas individualmente em lupas binoculares, e separadas para os trabalhos futuros de microscopia, difração e determinação da densidade. Durante esses procedimentos foram adotadas as recomendações de Parfenoff *et al.* (1970).

Para o processo de identificação dos minerais dos concentrados de batéia, foi usada inicialmente uma separação densimétrica com a utilização de um líquido de alta densidade, no caso o bromofórmio com densidade 2,89. Obteve-se então, uma fração de minerais com densidade inferior a 2,89 composta essencialmente de quartzo, silixito e micas claras, além de uma segunda fração mineralógica com minerais de densidade superior a 2,89 contendo os minerais mais importantes do ponto de vista do nosso trabalho.

A fração da separação densimétrica com densidade superior a 2,89 foi então submetida ao processo de separação magnética utilizando-se um ímã de mão, resultando na separação de parte dos minerais ferromagnéticos representados por magnetita, titano-magnetita e ilmenita. Posteriormente, essas amostras foram classificadas utilizando-se peneiras com abertura de 32 e 100 mesh (0,50 e 0,149 mm respectivamente), resultando em três frações distintas. A seguir, as três frações obtidas foram tratadas no separador Isodinâmico de Frantz, onde combinações variadas de intensidade e inclinação do aparelho, permitiram reagrupar os minerais constituintes dos concentrados em novos grupos homogêneos.

A utilização do separador Isodinâmico de Frantz facilitou a separação dos constituintes das frações menores, especialmente da fração batéia, onde os grânulos possuem dimensões menores que 1 mm.

2.2.2 DENSIDADE

A densidade relativa (d) das amostras de carbonado foram determinadas através do uso de um picnômetro de alta precisão, em operação no Centro de Pesquisas Professor Manoel Teixeira da Costa, ligado ao IG/UFG. Considerando as características físicas das amostras, constituídas por um agregado de policristais, dotados de porosidade e cavidades internas, o uso do picnômetro mostrou ser o método mais conveniente para compensar os possíveis erros analíticos obtidos quando os materiais possuem as propriedades texturais dos carbonados. Nesta técnica, é necessário pelo menos $1/3$ do volume do picnômetro de material, ou seja, para um picnômetro de 5 ml necessita-se de pelo menos 5 g de amostra. Amostras com pesos menores acarretam erros; outro fator que também pode acarretar erros é a variação da temperatura durante as pesagens. As amostras foram quebradas no morteiro de Abich e pulverizadas em gral de ágata para a obtenção de uma granulometria abaixo de 200 mesh [0,074mm na escala Tyler (Silva, 1979)].

Considerando que nos carbonados ocorrem impurezas variadas, o material pulverizado foi transferido para um béquer de 100 ml onde foi adicionado 25 ml de HCl (1/1) e colocado em uma chapa branda por 30 minutos. Decorrido o tempo, a solução ficou amarelada em função da presença de FeCl_2 . O material, depois de frio, foi lavado para a retirada do HCl, sendo que para a lavagem final foi utilizado álcool para facilitar a secagem do material na estufa a uma temperatura de 110°C . Para a verificação de outras impurezas, executou-se uma operação em meio denso. Colocou-se 50 ml de bromofórmio ($d=2,89$) num béquer de 100 ml ao qual foi adicionada a amostra moída e, posteriormente, fez-se uma agitação para a homogeneização dos mesmos. Decorridos 30 minutos, não se observou sobrenadantes no sistema. O bromofórmio foi eliminado e em seguida foi feita uma lavagem com álcool para eliminar o restante do líquido denso. A amostra foi colocada novamente na estufa a temperatura de 110°C por 30 minutos para secar.

Após a secagem, foi executada a operação para a determinação da densidade. Foi utilizado um picnômetro de 5 ml, previamente seco em estufa e no dessecador, com a finalidade de se obter um valor médio das medidas. Para o cálculo da densidade, primeiramente pesou-se o picnômetro vazio obtendo-se o valor P_1 . Logo em seguida, a amostra pulverizada foi colocada dentro do picnômetro efetuando-se

uma nova pesagem e obtendo-se o valor P_2 . A amostra foi pesada junto com o picnômetro para se evitar possíveis perdas durante o manuseio. Desta maneira, a diferença $(P_2 - P_1)$ forneceu o peso da amostra com precisão. A etapa seguinte consistiu na adição de álcool até 2/3 do volume do picnômetro, sendo o conjunto colocado em um dessecador sem sílica, conectado a um sistema de vácuo, o qual por sua vez permaneceu durante 40 minutos numa pressão constante de 600 mmHg. Depois desta etapa, completou-se o volume de álcool, seguindo-se de uma nova pesagem (P_3). A utilização do álcool ao invés da água, é devido a menor densidade deste, o que facilita a liberação de bolhas de ar aderidas aos fragmentos durante a operação no vácuo. Nesta operação, foi utilizado álcool Merck, cuja densidade é de 0,82. Finalmente o material foi descartado, o picnômetro lavado com álcool e, secado em estufa, e novamente completado em todo o seu volume com álcool e em seguida efetuada uma nova pesagem (P_4).

Concluída todas essas operações, o cálculo da densidade foi realizado de acordo com a fórmula $d = (m/V) \cdot d_{liq} = \{(P_2 - P_1) / [(P_2 - P_1) - (P_3 - P_4)]\} \cdot d_{alc}$, onde d_{liq} = densidade do líquido utilizado, e d_{alc} = densidade do álcool.

2.2.3 MICROSCOPIA ÓPTICA

Esse método clássico de investigação mineralógica foi empregado exaustivamente em todas as fases da pesquisa. Durante o processo de seleção das amostras com os garimpeiros, utilizamos uma lupa binocular simples Olympus existente na Faculdade de Engenharia da UFMS. Posteriormente, os carbonados adquiridos foram examinados cuidadosamente, um por um, por meio de uma lupa binocular Leitz existente no Laboratório de Óptica do Departamento de Mineralogia e Petrologia do IG/USP. No decorrer dessa etapa, os fragmentos contendo poros e outras feições texturais favoráveis foram selecionados para fotografias no microscópio óptico e eletrônico.

As fotografias macroscópicas foram obtidas com auxílio de uma máquina fotográfica modelo Canon. Infelizmente, as fotografias tomadas na lupa binocular Leitz

do Laboratório de Óptica do DMP, com aumentos pequenos, ficaram fora de foco devido as irregularidades dos grãos de carbonado. Contudo, as fotos obtidas com aumentos maiores produziram resultados satisfatórios revelando a presença de cavidades progressivamente menores e poros de formatos irregulares.

2.2.4 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Contitui um dos métodos mais resolutivos de análise permitindo a observação direta da amostra que pode ser de natureza mineral ou biológica. Trata-se de uma técnica não destrutiva que fornece imagens da amostra em três dimensões. O método é relativamente novo, uma vez que o primeiro aparelho comercial entrou em operação na metade dos anos sessenta (Becker, 1975).

O método baseia-se no princípio das diferentes interações dos elementos constituintes da matéria (composição química), quando submetidos a incidência de um feixe de elétrons com características predefinidas. Ao incidir sobre um espécime, os elétrons do feixe penetram a uma curta distância e colidem com os elétrons dos átomos, resultando dois tipos de choques principais, o elástico e o inelástico. No primeiro caso, os elétrons do feixe ao colidirem uma ou mais vezes com os elétrons do átomo sofrem desvios de sua direção e escapam para a superfície. Esses são denominados elétrons retrodispersados e conservam em média 80% da sua energia original. No segundo caso, o elétron incidente penetra próximo ao núcleo de um átomo no espécime e desloca um elétron do seu orbital, tornando-o ionizado e excitado. Os elétrons ejetados são denominados de elétrons secundários e geralmente possuem energia de apenas alguns elétron-volts (ev).

Durante a formação dos elétrons secundários, a vaga na camada do elétron ejetado é preenchida por um elétron de uma camada mais externa, sendo que nesse processo o átomo da camada externa deve liberar uma quantidade de energia igual a

diferença entre os níveis de energia das duas camadas, e o faz emitindo raios X (Becker, 1975).

Tem-se então a formação da imagem do espécime relacionada aos elétrons secundários e aos elétrons retrodispersados, sendo que esse último, em função de sua intensidade, revela as diferentes intensidades luminosas de várias áreas da imagem da superfície em função da diferença da composição química como também o aumento dos elétrons secundários. A análise química da amostra é obtida pela emissão dos raios X característicos dos elementos constituintes da mesma.

A aplicação dessa técnica está relacionada a sua versatilidade e à rapidez dos resultados. Além do aumento proporcionado de 4 a 300.000 vezes na foto e 900.000 vezes no monitor, a profundidade de campo proporcionada é bastante apropriada para a análise de superfícies topográficas irregulares e inclusões, já que os detalhes permanecem em foco simultaneamente.

No decorrer dessa pesquisa, utilizamos o Microscópio Eletrônico de Varredura, modelo LEO 440I, dotado de elétrons secundários retroespalhados, catodoluminescência e espectrômetro de energia dispersiva pertencente ao Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do IG/USP, adquirido recentemente com auxílio concedido pela Fapesp, conforme Processo no. 95/5635-4. O referido microscópio trabalha com filamento de tungstênio e tem capacidade para um volume máximo de amostra em torno de 6 cm³.

As amostras de carbonados foram cimentadas com um cimento eletricamente condutivo a um suporte de amostras e, em seguida recobertas com uma fina película (100 a 300 Å) de ouro a 50 mA (dial) e 15 mA (real) em duas etapas de 3,15 seg. (tempo total 6,30 seg.), devido a baixa condutividade elétrica do carbono. Em seguida o conjunto foi colocado em um suporte com possibilidade de ser movimentado nas direções X, Y e Z, por meio de um "joystick", no interior de uma câmara de vácuo exposta a pressões muito baixas (10^{-4} a 10^{-8} mm de mercúrio) necessárias a condução dos feixes de elétrons.

Além de se poder visualizar a amostra durante a análise através do monitor, pois trata-se de uma técnica não destrutiva, os registros podem ser obtidos em fotos 35 mm, instantâneos (polaróide), fotos 120 mm, impressos em papel, em disquetes 1.44Mb ou Zip drive.

2.2.5 DIFRAÇÃO DE RAIOS X

Trata-se de um método analítico de grande importância para a investigação mineralógica. Mesmo com o advento da microsonda eletrônica e iônica e de outras técnicas de análise química que revolucionaram a mineralogia nos últimos anos, a difração de raios X continua sendo um dos principais recursos de identificação das espécies cristalinas, incluindo-se minerais, minerais sintéticos, ligas metálicas, além de substâncias inorgânicas e orgânicas, se cristalizadas.

O método possui inúmeras variantes, dependendo do problema, sendo o método do pó ou de Debye-Scherrer (Cullity, 1956) o mais utilizado nos trabalhos mineralógicos. Os procedimentos analíticos são executados rotineiramente em câmaras cilíndricas de 114,6 mm de diâmetro (processo fotográfico), ou então, em difratômetros automatizados (processo gráfico) de uso generalizado na atualidade.

No decorrer desse estudo, a difração de raios X foi importante para caracterizar as amostras de carbonado, uma vez que esse tipo de diamante se confunde com outras substâncias escuras e porosas, especialmente óxidos de ferro e manganês. Foi útil também para identificar as fases minerais associadas ao carbonado e ao diamante nas áreas de garimpo. Todos esses trabalhos foram executados em um difratômetro de raios X marca Siemens, modelo D5005 com Difrac^{plus}, pertencente ao Departamento de Mineralogia e Petrologia do IG/USP.

Gomes (1984), considera que os componentes mais importante de um difratômetro são: 1) engrenagem principal; 2) mecanismo para ângulo 2θ ; 3) sistema de fendas; 4) suporte de amostra; 5) detector. Com componentes básicos semelhantes

a outros difratômetros de raios X, o modelo acima especificado possui algumas peculiaridades que devem ser ressaltadas. Normalmente os difratômetros de raios X usam um arranjo parafocal (Figura 3a), o qual consiste em colocar uma amostra em iguais distâncias da fonte de raios X e do detector, sendo a mesma tangente ao círculo focal formado por essa disposição. Tem-se então a emissão e a dispersão do feixe de raios X, que após ser difratado pela amostra são concentrados para a leitura no detector. Essa técnica no entanto impõe condições geométricas restritas tanto da superfície da amostra, a qual deve ser plana, quanto da sua posição em relação a fonte de raios X e ao detector. O afastamento dessas condições geométricas ocasiona a perda da intensidade da radiação difratada, o deslocamento das linhas de intensidade e o decréscimo da resolução pelo alargamento dos picos (Schuster & Gobel, 1996).

No modelo citado, usa-se um arranjo de feixe paralelo utilizando-se de um espelho parabólico (espelho de Gobel), o qual é constituído por várias camadas periódicas de elementos pesados (tungstênio, molibdênio, níquel), alternadas com camadas de elementos leves (carbono, sílica, carbeto de boro). Por meio de reflexões diferenciadas, o feixe de raios X incidente no espelho, é refletido paralelamente sobre a amostra e difratado paralelamente ao detector (Figura 3b). Com esse arranjo torna-se desnecessário que a amostra tenha uma superfície plana. Associado ao módulo de análise (tubo de raios X, goniômetro, detector), tem-se um computador (equipamentos eletrônicos) onde são registrados e analisados os resultados obtidos como também as calibrações de todo o equipamento.

Os registros e análises dos dados foram efetuados utilizando-se o "software" *Difrac^{plus}*, ambientados na plataforma Windows NT e Windows 95, o qual é constituído de vários módulos, possibilitando os ajustes e correções do "background", variações máximas e mínimas do ângulo 2θ , caracterização dos picos de intensidade. Permite ainda a identificação do mineral constituinte da amostra analisada, com a utilização de um banco de dados contendo as linhas de reflexão características dos minerais, como também sua fórmula química. É possível também editar os

Figura 3 - Esquema mostrando a focalização dos feixes difratados no difratômetro: (a) difratômetro convencional parafocal de Bragg-Bretano, (b) esquema do feixe paralelo incidente em um difratômetro de espelho parabólico. Extraído de Schuster & Gobel (1996).

diagramas obtidos, sendo que os mesmos podem ser armazenados em disquetes ou impressos em papel.

Para análise dos carbonados, os mesmos foram reduzidos a "cristalitos" por meio de um Morteiro de Abich, e posteriormente analisados no difratômetro. Foi feita uma tentativa de identificar inclusões minerais, tendo os resultados indicado a presença apenas de argilas e fosfatos, correspondendo a inclusões epigenéticas que são fases detríticas armadilhados nos poros dos carbonados. Já os minerais acompanhantes do diamante e carbonado foram reduzidos a pó em um almofariz de ágata e submetidos à análise. Em todas as amostras, utilizou-se a radiação $\text{CuK}\alpha$, espelho de Gobel e ausência de filtros, com tempo de exposição de 35 minutos para cada amostra.

3.ASPECTOS FISIOGRÁFICOS

Derby (1906), em incursão pela Bahia, da nascente do rio Paraguaçu até a sua foz na baía de Todos os Santos, foi um dos primeiros a caracterizar os diferentes aspectos fisiográficos e geológicos da região, chegando a dividir em quatro o trecho percorrido. O primeiro da nascente do rio Paraguaçu até a passagem do Andaraí; o segundo, do ponto anterior até Bebedouro; o terceiro de Bebedouro a Maragogipe e o último de Maragogipe até a sua foz. Os dois primeiros trechos, de interesse maior para essa Dissertação, foram denominados pelo referido autor de "platô do diamante", correspondendo a Serra do Sincorá na Chapada Diamantina. Vários trabalhos também enfocam tais aspectos (King, 1956; Funch, 1986; Costa, 1991), sendo que os mais recentes (Bomfim & Pedreira, 1990; Guimarães & Pedreira, 1990; Pedreira & Margalho, 1990; Projeto Chapada Diamantina, CPRM/IBAMA, 1994) já incluem enfoques turístico, hoje o principal potencial da região.

3.1 RELEVO

A Chapada Diamantina, corresponde a um trecho setentrional da Serra do Espinhaço, o qual, forma um extenso planalto no estado da Bahia, situado entre a bacia do Rio São Francisco, a oeste, e as nascentes dos rios Paraguaçu, Itapicuru e Contas que desaguam no Oceano Atlântico. Trata-se de uma grande unidade morfo-estrutural formada por uma sequência de rochas epimetamórficas, dobradas suavemente, formando sinclinais e anticlinais, onde a erosão talhou altos e estreitos interflúvios que separam as elevações tabulares testemunhais, formadas por rochas de diferentes resistências aos processos morfoclimáticos (Mascarenhas, 1976; Maio, 1987). O relevo dessa unidade é do tipo Apalachiano.

Conforme se pode observar pelo mapa geomorfológico (Figura 4), distingui-se na área, três configurações básicas de relevo. Primeiro, os terrenos acidentados da

Figura 4 - Mapa geomorfológico da área balizada pelos municípios de Palmeiras e Mucugê, onde foram definidas três configurações básicas de relevo. Modificado de Pedreira *et al.* (1990).

Serra do Sincorá, formados pelos arenitos e metaconglomerados da Formação Tombador, preservando locais que correspondem a superfície post-Gondvana, situados entre as superfícies Gondvana e Sul-Americana, (King , 1956). Com uma altitude máxima na região em torno de 1.600 m, a serra do Sincorá forma uma dobra anticlinal parcialmente flanqueada para oeste, constituindo um alto estrutural com descontinuidades tanto transversais como longitudinais. Segundo Derby (1906), a região tem como seu principal modelador as camadas de conglomerados diamantíferos na sua parte oriental, que se dispõem como um telhado com inclinação para leste, sustentando o relevo nos divisores de águas do rio Paraguaçu. Do seu lado ocidental as ondulações do eixo do anticlinal são representadas pela ocorrência de uma "janela" erosiva diferencial com a preservação das camadas mais resistentes (Bomfim & Pedreira, 1990), originando escarpas abruptas, que podem ser observadas no Vale dos Patís e no morro do Pai Inácio, ao longo da BR-242 (Fotografias 5 e 6).

Segundo King (1956), a superfície Sul-Americana foi o elemento fundamental para a formação do cenário da região oriental do Brasil, a partir do aplainamento desta superfície entre o final do Cretáceo e o início do Mioceno. Atualmente a superfície Sul-Americana constitui chapadas que se elevam sobre o sistema de vales e planícies onduladas.

Segue-se o domínio do Alto Paraguaçu, representado por um relevo excepcionalmente plano ocupando extensas áreas, com uma cobertura arenosa sustentando uma vegetação do tipo cerrado. Com uma altitude de no máximo 1.200 m, esta superfície se desenvolve sobre os sedimentos sub-horizontais de arenitos e argilitos da Formação Caboclo e sobre os arenitos de fácies eólicas da Formação Tombador. Nas áreas de exposição da Formação Caboclo, os rios dessa região entalham profundamente vales com encostas íngremes que chegam a expor a Formação Tombador.

Por último, temos a Superfície Velhas, representada pelo domínio do Vale do Paraguaçu, localizada do lado leste da Serra do Sincorá, com altitude variando entre 350 a 600 m, com uma litologia eminentemente carbonática originando um relevo de

Fotografia 5 - Vista do vale ao longo do eixo do “anticlinal do Pai Inácio”, observado da BR 242, no trecho entre Palmeiras e Lençóis.

Fotografia 6 - Morro do Pai Inácio, constituído de metarenitos, situado também as margens da BR-242 no trecho entre Palmeiras e Lençóis.

pouca elevação e morros residuais onde os calcários acham-se mais silicificados ou dolomitizados.

3.2 CLIMA

As partes mais elevadas da área são representadas pela Serra do Sincorá que localmente recebe denominações diversas como: Sobradinho, Capão, Lençóis, Ribeirão, Larguinho, Garapa ou Roncador, Rio Preto, Cotinguiba, São Pedro, entre outras. Diferentemente de outras áreas da Chapada Diamantina, onde o clima é tropical semi-úmido e as chuvas não são muito abundantes, com precipitações entre 750 a 1.000 mm anuais, a região de Lençóis, situada a uma altitude em torno de 1.600 m, possui clima tropical úmido, com precipitações pluviométricas máximas no verão e outono e mínimas no inverno e na primavera. As maiores precipitações ocorrem no mês de novembro, diminuindo até junho ou julho quando se inicia a estação de seca que tem duração de dois à três meses de duração. A pluviosidade anual varia de 1.200 a 2.000 mm/ano e a temperatura média anual em torno de 23°C, registrando-se para o mês de julho uma temperatura média de 16,4°C (Funch, 1986; Projeto Chapada Diamantina, CPRM/IBAMA, 1994).

Na porção a leste da Serra do Sincorá, observa-se o domínio da bacia do Rio Paraguaçu onde as altitudes variam entre 350 a 600 m. Nessa região predomina clima tropical semi-úmido com uma pluviosidade de 800 a 1.000 mm/ano e temperatura média anual de 28°C. Nessa região, a estação seca dura de quatro a cinco meses.

O último domínio, denominado de alto Paraguaçu, corresponde a região de Palmeiras e a parte oeste da Serra do Sincorá; onde a altitude varia em torno de 1.200 m. Caracteriza-se por um clima tropical semi-úmido com uma estação de seca mais prolongada que tem duração de até seis meses.

O escoamento das águas é rápido devido aos tipos de rochas predominantes, sendo a exploração de aluviões e conglomerados diamantíferos parcialmente

condicionados pelas características climáticas da região. Desse modo, os depósitos de aluviões localizados em zonas mais planas e facilmente inundáveis por ocasião dos períodos mais chuvosos, tem as suas atividades de garimpagem dificultadas ou paralisadas. Por outro lado, esses mesmos períodos chuvosos, lavam e desagregam os conglomerados diamantíferos situados no alto da serra, devido ao aumento do volume de água que escoar por suas encostas. Segundo o Projeto Chapada Diamantina, CPRM/IBAMA (1994), grandes quantidades de diamante foram extraídos por garimpeiros dos leitos desses rios encachoeirados, principalmente das nascentes do rio Paraguaçu.

3.3 HIDROGRAFIA

A rede de drenagem da região faz parte da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, o principal rio da região, que tem nos afluentes Santo Antônio, situado dentro da área de estudo, e no Rio Una suas principais bacias captadoras.

O Rio Santo Antônio que nasce a oeste da região, percorre a área desde as proximidades de Palmeiras, a noroeste do mapa (Figura 4), até desembocar no rio Paraguaçu no lado oriental da Serra do Sincorá a nordeste de Andaraí. Sua transposição à Serra do Sincorá se deve a descontinuidades estruturais que formam vales tanto longitudinais como transversais que dão passagem a rios e estradas e tem como seu principal afluente na área o rio São José (Funch, 1986).

A drenagem no domínio da Serra do Sincorá, onde localizam-se a maioria dos garimpos diamantíferos e ocorrências de rochas quartzito-conglomeráticas, é caracterizada por rios com margens escarpadas, vales bem entalhados, regime torrencial e cursos controlados por grandes fraturas. O modelo genético de drenagem predominante é do tipo conjugado consequente-subsequente, com a maioria dos rios ora acompanhando o declive estrutural das dobras, ora percorrendo planos de fraqueza das mesmas, ocasionando, neste último caso, à formação de um padrão de

drenagem angular. Nas escarpas dessas rochas quartzito-conglomeráticas, principalmente na borda ocidental, a drenagem é do tipo obsequente e de padrão pinado. As partes mais baixas dessas escarpas constituídas por quartzitos mais tenros, é cortada por uma drenagem subsequente de padrão retangular.

Nos domínios do vale do Rio Paraguaçu, contituído de planaltos pouco elevados, formados por rochas pelíticas e calcárias de atitude sub-horizontal, predomina uma drenagem meandrante controlada por fraturas (Derby, 1905; Macedo *et al.*, 1960). A litologia carbonática, o clima e a conformação estrutural, favorecem o aparecimento de pequenos rios subterrâneos neste domínio morfo-climático.

3.4 VEGETAÇÃO

Apesar da pluviosidade existente no alto da serra do Sincorá, o escoamento é rápido, devido a predominancia de quartzitos e conglomerados, onde os solos ácidos conseguem manter apenas uma vegetação rarefeita. Nesse locais ocorrem espécies endêmicas típicas de serra úmida tais como orquídeas, bromélias, cactos, velosiáceas, filodrendos e sempre vivas (Derby 1906; Funch 1986).

No domínio do alto Paraguaçu, de relevo excepcionalmente plano, prevalece uma vegetação do tipo cerrado, onde predomim gramíneas com manchas esparsas de vegetação mais densa. Aqui são comumente encontradas a lixeira, o pequi e o pau d'arco. Atualmente, esta vegetação está sendo substituída pelo cultivo intensivo de feijão, arroz e milho irrigados, além de projetos agropecuários para a criação de bovinos.

Na região oriental da área, também denominada de Vale do Paraguaçu, a vegetação nativa consiste de uma associação vegetal xerofílica, densa, de aspecto pobre e hostil, constituída de arbustos espinhosos, cactáceos (comumente o mandacaru e o xique-xique), bromeliáceas e matas de pequeno porte com tipos

arbóreos e arbustivos, onde são frequentemente encontrados a caatingueira, a macambira e o umbuzeiro. Atualmente, com o desenvolvimento agropecuário da região, por vezes de modo empresarial, vem ocorrendo a destruição dessas matas, as quais podem ser vistas em pequenas manchas preservadas ou formando matas em galeria ao longo dos principais cursos d'água.

3.5 SOLOS

Intimamente ligado as características climáticas, morfológicas e sobretudo ao controle litológico, são observados três tipos fundamentais de solos na área estudada.

Nos domínios da Serra do Sincorá, de litologia predominantemente de rochas quartzíticas, escoamento rápido das chuvas e topografia bastante acidentada, originam-se solos ácidos, arenosos, de coloração clara, sem uma continuidade lateral e sem perfil completamente desenvolvido, sendo portanto de baixa fertilidade. No entanto, as regiões de Caete-Açu e Vale dos Patís são famosas pela fertilidade dos solos argilosos a areno-argilosos aí predominantes.

Nas áreas de domínio do Alto Paraguaçu, onde predominam as rochas metasedimentares de constituição argilo-arenosa (metargilitos e metasiltitos), são característicos os solos argilosos de coloração clara, argilo-arenosos e areno-argilosos de coloração variada, os quais possuem espessura maior que os do domínio anterior e fertilidade apenas moderada.

Já nos domínios do Vale do Paraguaçu, as condições morfo-climáticas e a litologia calcária originam solos de textura argilosa, coloração vermelha, geralmente bastante espessos e de alta fertilidade.

4.CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Desde a descoberta dos primeiros diamantes em 1842 na Chapada Diamantina, a literatura vem registrando um grande número de referências sobre a região. Derby (1905), foi o primeiro a informar sobre a geologia e a geomorfologia da região de Mucugê, Andaraí, Lençóis, Igatu e Palmeiras, descrevendo a litologia da Serra do Sincorá como um "grés duro e avermelhado que as vezes passa à conglomerado", e estimando para a mesma uma espessura de 500 m. Esse autor ainda dividiu a referida serra em três sequências deposicionais: a) uma inferior com arenitos não conglomeráticos e espessura de 250 m, a qual denominou de Grupo Paraguaçu; b) um nível conglomerático em sua parte média com espessura entre 6 a 10 m e, c) uma sequência superior com seixos esparsos e lentes de conglomerados e espessura estimada de 250 m, denominada de Grupo Lavras. Surgia dessa forma a primeira coluna estratigráfica da área. Posteriormente outros autores foram introduzindo modificações na estratigrafia destacando-se entre eles, Williams (1930), Oliveira & Leonardos (1940), Barbosa (1965), Brito Neves (1967), Leal & Brito Neves (1968), Mascarenhas (1969, 1976) e Montes(1977), etc.

A área estudada situa-se na borda oriental da Serra do Sincorá na Chapada Diamantina, a qual está inserida na chamada Província São Francisco, segundo Almeida *et al.* (1977). Essa província, inclusa no Escudo Atlântico, coincide com o Cráton do São Francisco, cujo desenvolvimento geossinclinal cessou com sua consolidação há mais de 1.700 Ma, tendo sido afetado principalmente pelo Ciclo Brasileiro (1.000-600 Ma). Seu embasamento constitui-se de gnaisses arqueanos (Jardim de Sá *et al.*, 1976, 1981; Jardim de Sá, 1978) recobertos por rochas metassedimentares do Proterozóico Médio e vulcânicas de diferentes idades.

Por ter funcionado como antepaís para as faixas de dobramentos, Rio Preto, Riacho do Pontal, Sergipiana, Araçuaí e Brasília, a Província São Francisco (Figura 5) é estruturalmente muito diferente das províncias contíguas de Paraíba (NW), Borborema (NE), Mantiqueira (SE) e Tocantins (W), (Silva, 1987). Na sua parte

Figura 5 - Esboço geológico de Cráton do São Francisco. Modificado de Almeida *et al.* (1984).

oriental, o embasamento da Província São Francisco tem idades localizadas de até 3.600 Ma e, trendes estruturais sinuosos orientados em torno de norte-sul. Atuando sobre a província, o ciclo geotectônico Transamazônico (2.000 ± 200 Ma), desenvolveu faixas de dobramentos cujos restos são representados pelo Grupo Jacobina e pelo Complexo Contendas-Mirante, situados a nordeste e sul da área. Mais localmente, a área de estudo está situada no domínio das coberturas que compreende rochas de idade pré-brasiliana (Supergrupo Espinhaço), brasiliana (Supergrupo São Francisco) e fanerozóica, essas últimas representadas por sedimentos inconsolidados do Quaternário (Bomfim & Pedreira, 1990).

Em trabalhos de datação para os clastos basais do Grupo Una, caracterizados como coberturas pelito-carbonáticas do Proterozóico Superior que recobrem em discordância o Supergrupo Espinhaço na Chapada Oriental, Cordani *et al.* (1976), propôs uma idade mínima de 900 Ma para a Chapada Diamantina, concordante com a estimativa de idade a partir de estromatólitos efetuados por Cloud & Dardenne (1973); Marchese (1974) e Srivastava (1986).

De acordo com Klein (1982), os processos fluviais, eólicos, deltáicos e de marés são os responsáveis pela formação dos sistemas deposicionais registrados nas sucessões continentais. Os movimentos tectônicos, a extensão da área inundada sobre a qual atuam os processos marítimos, e o clima, são os principais fatores controladores de sua distribuição espacial. O rebaixamento tectônico controla a extensão da área inundada, determinando quais os processos marinhos atuantes. Em crátons estreitos, os sistemas de submaré e costeiros formados por tempestades e dominados por ondas predominam durante a fase primitiva da transgressão, passando a atuar os sistemas de maré a medida que uma área maior do cráton é submersa. O soerguimento tectônico confinado às margens do cráton é a causa de regressão, aumentando o aporte de sedimentos e, conseqüentemente, a dominância dos sistemas fluviais e eólicos. Finalmente, o clima atuante durante a deposição e, de difícil avaliação, condiciona de um modo geral nos climas mais úmidos o predomínio de

clastos, enquanto os carbonatos predominam sob condições climáticas de aridez. Na área estudada no decorrer deste trabalho existem ambos os tipos de sedimentos.

Sobre o embasamento cristalino arqueano na região central da Bahia, ocorrem coberturas proterozóicas compreendendo sequências vulcano sedimentares do Proterozóico Inferior (Riacho de Santana, Boquira e Contendas-Mirante), bem como sequências sedimentares do Proterozóico Médio (Supergrupo Espinhaço) e Superior (Supergrupo São Francisco), representadas na área pelas coberturas não dobradas do grupo Una (Derby, 1906) e Chapada Diamantina. Nas coberturas dobradas do Espinhaço Setentrional e Chapada Diamantina Ocidental estão associadas rochas vulcânicas de caráter alcalino (riólitos e traquitos) e ácidas de química subalcalina e tendência levemente potássica, resultantes da anatécia subcrustal (Complexo Rio dos Remédios), conforme Pedreira & Margalho (1990).

Ocorrem ainda na Chapada Diamantina Ocidental e Espinhaço Setentrional diques e soleiras de diabásio e gabros de química toleítica continental, transicional a alcalina (Shighinolfi & Conceição, 1974; Shighinolfi *et al.*, 1974), do Proterozóico Médio (Pedreira & Margalho, 1990). Rochas similares ocorrem também de forma mais restrita na Chapada Diamantina Oriental. A interpretação de levantamentos geofísicos anteriores mostrou a existência de descontinuidades estruturais profundas tanto no Espinhaço Setentrional (Gomes & Motta, 1980) como na Chapada Diamantina (Bomfim & Pedreira, 1990).

Desse modo, pode-se enquadrar a região Chapada Diamantina-Espinhaço Setentrional em um contexto de rifteamento não completamente desenvolvido (Jardim de Sá, 1981), no qual o rift inicial, sem extensão na crosta, é representado pelo Espinhaço Setentrional e sua zona marginal com movimentos verticais de blocos pela Chapada Diamantina Ocidental e Oriental. Ainda, segundo Jardim de Sá (1981), no caso em pauta a estabilização apenas parcial da crosta acarretou, além da não abertura completa do rifte, a dissipação do calor do manto, entre outros processos, pelos falhamentos e o ambiente compressional na cobertura, o que é evidenciado na região pela zona intracratônica situada no domínio do grupo Chapada Diamantina.

Devido a natureza do trabalho proposto, enfatizaremos mais as formações que dentro da área de estudo são reconhecidamente capazes de conter diamante e carbonado, não desprezando contudo as suas relações com as outras formações quando essas se fizerem de interesse para o entendimento mais preciso da geologia.

4.1 SUPERGRUPO ESPINHAÇO

O Supergrupo Espinhaço aflora nas partes central, noroeste e sudoeste da Província do São Francisco e, no centro-sul atravessa seu limite com a Província da Mantiqueira aflorando até os arredores de Belo Horizonte, MG (Helmreichen, 1846; Derby, 1906; Branner, 1919; Oliveira & Leonardos, 1940; Pedreira & Mascarenhas, 1974; Pedreira, 1984; Bomfim & Pedreira, 1990). Na Bahia, segundo Inda & Barbosa (1978), esse supergrupo ocorre em três domínios geotectônicos distintos: bacia do São Francisco, a oeste; Sistema de Dobramentos do Espinhaço e, bacia de Lençóis, ambos a leste.

Na bacia de Lençóis, onde está situada a área de trabalho, afloram sedimentos correspondentes aos grupos Paraguaçu e Chapada Diamantina. O primeiro, indiviso, tem a sequência deposicional mais inferior aflorando no centro e na borda oeste da área ao longo do eixo do anticlinal erodido do Pai Inácio. O Grupo Chapada Diamantina, por sua vez, ocupa toda a região da Serra do Sincorá, sendo representado na base por um pacote de sedimentos continentais de fácies de leques aluviais, fluvial e eólica (Formação Tombador), passando a sedimentos marinhos litorâneos e plataformais (Formação Caboclo) para, por fim retornar às condições continentais com deposição de sedimentos fluviais e eólicos (Formação Morro do Chapéu), conforme pode ser observado nas Figuras 6 e 7.

As concentrações de diamante e carbonado da área estão em sedimentos elúvio-coluvionares e aluvionares de idade quaternária, tidos como resultado da desintegração e reconcentração de conglomerados (grânulos a matacões) diamantíferos, contidos nas formações Tombador e Morro do Chapéu, situadas

UNIDADE ESTRATIGRÁFICA	CÓDIGO	SEÇÃO ESQUEMÁTICA	DESCRIÇÃO	INTERPRETAÇÃO AMBIENTAL
QUATERNÁRIO	Qcob		Depósitos eluvionares originados "in situ" por alteração intempérica. Aluviões recentes com clastos de natureza diversa.	Residual e/ou transportado e fluviais.
FORMAÇÃO SALITRE	Psapm		Calcários e dolomitos, com coloração cinza-azulada a creme, com estratificação planoparalela, laminações cruzadas.	Sistema marinho marginal.
FORMAÇÃO BEBEDOURO	Pbegm		Diamictitos e pelitos com laminação paralela ou subparalela, com ou sem seixos pingados, e pelitos varvíticos.	Sistema glaciogênico.
FORMAÇÃO MORRO DO CHAPÉU	Pmcf/e		Na base, observa-se arenitos esbranquiçados, grosso/muito grosso, mal selecionados, alternados a conglomerados. Para o topo, passa-se a um quartzo arenito fino, bem selecionado, róseo, com bimodalidade e estratificação cruzadas tangenciais de muito baixo ângulo.	Base: Sistema fluvial de rios entrelaçados, proximal. Topo: Campo de dunas eólicas e interdunas.
FORMAÇÃO CABOCLO	Pcpt		Alternância de metarenitos fino/muito fino e laminites. Ambas as litologias de cores variadas (esbranquiçada, rósea, avermelhada). Laminação planoparalela e presença de wavy, lisen e hummockies. Subordinadamente, presença de níveis de chert. Os níveis arenosos variam de espessura entre 5 e 40 cm.	Plataforma (off-shore), barras de areias retrabalhadas por ondas.
	Pcpm		Quartzo arenito esbranquiçado a róseo, fino, duro, bem selecionado, em camadas de até 30 cm, com estrat. cruzadas tipo "espinha de peixe". Presença de marcas de ondas no topo da camada. Observa-se estrat. cruzadas tabulares de baixo ângulo e bimodalidade, e camadas empilhadas de 20-25 cm com estrat. plano a subparalela.	Campos de dunas retrabalhados por maré.
FORMAÇÃO TOMBADOR	Pti		Conglomerados suportado pelo arcabouço, localmente pela matriz, com alternância de arenitos mal selecionados e microconglomerados. Tamanho máximo/médio dos seixos: 12 cm	Leques aluviais, por vezes interdigitados num rio entrelaçado proximal.
	Pte		Arenitos com estratificações cruzada acanaladas tabular tangencial e estratificação planoparalela	Sistema eólico
	Ptf/e		Arenitos médio/grosso, localmente com predomínio de seixos, esbranquiçados a róseo, com estratificações acanaladas e tabulares planas.	Sistema fluvial com rios entrelaçados
GRUPO PARAGUAÇU	Pdfd		Arenitos de granulometria muito fina a média, em corpos sigmoidais, empilhados em até 60 cm. Abundantes ondulações cavalgantes e presença de estratificação cruzada tipo "espinha de peixe". Alternância de arenitos e laminites de cores variadas, com estratificação plano e subparalela.	Frente deltaica

Figura 7 - Seção estratigráfica esquemática representativa da área estudada, ressaltando os litotipos e tipos de ambiente. Baseado em Pedreira & Margalho (1990).

estratigraficamente na base e no topo do Grupo Chapada Diamantina. A Formação Caboclo não contém pacotes de rocha conglomerática, mas apenas alguns níveis de pequena espessura de conglomerados em arenitos de granulação média a grosseira. Está relacionada a uma sedimentação marinha plataformai-litorânea, e não se mostra geneticamente, capaz de conter diamantes.

4.1.1 FORMAÇÃO TOMBADOR

Essa formação foi descrita inicialmente por Derby (1906) na região de Lençóis-Mucugê e por Branner (1910) na serra de mesmo nome, situada entre Jacobina e Lages e distante 150 km da área estudada nesta dissertação. Pedreira & Mascarenhas (1974), utilizando imagens de satélite, correlacionam definitivamente como sendo a mesma formação que aflora na serra do Sincorá. Bem representada em suas exposições na Serra do Sincorá, de altitude máxima de 1600 m, ao longo das regiões de Lençóis, Palmeiras, Mucugê e Andaraí, essa formação caracteriza-se geomorfologicamente por apresentar um relevo escarpado e reniforme. A espessura da Formação Tombador, foi estimada por Montes (1977) entre 380 e 400 m. Segundo Bomfim & Pedreira, (1990), em uma seção medida com trena ao longo do caminho Caeté-Açu/Cachoeira da Fumaça, a espessura média dessa unidade é de 200 m. Essa formação é representada por uma sedimentação continental com sistemas de leques aluviais, fluviais e desérticos, os quais foram divididos para melhor entendimento em unidades de litofácies, cada uma representando uma associação com um determinado significado sedimentológico, denominadas fluvieólica, eólica e leque aluvial, as quais serão comentadas a seguir.

4.1.1.1 UNIDADE DE LITOFÁCIE FLUVIEÓLICA (Ptf/e)

Essa unidade é caracterizada por sedimentos predominantemente fluviais e eólicos que ocorrem intimamente relacionados, sendo que o seu contato basal com o Grupo Paraguaçu é do tipo transicional, podendo ocorrer interdigitação entre as duas sequências. Com as demais unidades da Formação Tombador observa-se contato do tipo gradacional e, com as unidades das Formações Bebedouro e Caboclo o contato é por falhamento (Figura 6).

Para melhor entendimento dessa unidade de litofácies, Bomfim & Pedreira, (1990), Guimarães & Pedreira (1990) e Pedreira & Margalho (1990), propuseram as divisões discutidas a seguir.

a) Arenitos com estratificação cruzada tabular: É constituída por um arenito de coloração esbranquiçada, cinza ou róseo, mal selecionado, de granulometria média a grosseira, com níveis de seixos em alguns locais. Ocorre em camadas ou bancos com espessuras variando de 10 cm a mais de 1 m e apresentando estratificações cruzadas tabulares. Em locais onde a mesma apresenta-se mais delgada, ocorre exibindo intercalações de arenitos com estratificação cruzada acanalada e, em exposições onde possuem uma maior espessura, assentam-se sobre níveis de conglomerados (base de barras transversais e/ou longitudinais), conforme podemos visualizar na Fotografia 7. Petrograficamente, esse arenito revela-se arcossiano, sendo composto predominantemente por quartzo e feldspato com grãos subangulares a subarredondados, além de sericita, muscovita e opacos.

b) Arenitos com estratificação cruzada acanalada: Trata-se de um metarenito róseo a cinza esbranquiçado, mal selecionado, de granulometria média a grossa, com grânulos e pequenos seixos de quartzo esparsos, subarredondados a subangulosos, com diâmetro máximo de 6 a 8 cm e tendo como principal estrutura sedimentar a estratificação cruzada acanalada e/ou festonada de pequeno a médio porte.

Aflora geralmente em camadas e bancos de espessuras variando de poucos centímetros a quase 1 m. Pode ocorrer associada às demais litofácies da unidade, sendo mais frequente a sua ocorrência com a litofácies descrita anteriormente.

c) Arenitos bimodais com estratificações cruzadas acanaladas e tabular tangencial e, arenitos com estratificação planoparalela: Por ocorrerem intimamente relacionadas estas litofácies serão descritas em conjunto. Similares litologicamente, essas litofácies são constituídas por quartzo arenitos de coloração róseo a cinza, bem selecionados, apresentando uma granulometria fina a média. Diferenciam-se principalmente pela geometria, onde os arenitos bimodais ocorrem em camadas e bancos em torno de 1 m de espessura, apresentando estratificações cruzadas acanaladas de médio a grande porte e marcante bimodalidade, sendo comum apresentarem fluxo de grãos. Os arenitos com estratificação planoparalela ocorrem em camadas tabulares de 3 até 40 cm com acentuada laminação interna, sendo comum superfícies com marcas onduladas.

d) Conglomerados suportado pelo arcabouço e pela matriz: Os conglomerados suportados pelo arcabouço são representados por uma litofácia de coloração cinza a rósea, com matriz pouco abundante de metarenito grosseiro e mal selecionado. Os clastos por sua vez, são representados por quartzo arredondados a subarredondados e, metarenitos angulosos a subangulosos com tamanho máximo médio de 8 cm. A litofácia de conglomerados suportados pela matriz (Fotografia 8), difere da descrita anteriormente, por apresentar uma maior abundância de matriz em relação aos clastos, apresentando-se em corpos descontínuos e com extensões variáveis. Foram observados desde corpos centimétricos até aqueles com 2 m de espessura estendendo-se por mais de 50 m.

e) Conglomerados com estratificações cruzada acanalada e tabular: São, em geral, conglomerados de coloração rósea, constituídos de grânulos e pequenos seixos de quartzo angulosos a subangulosos possuindo diâmetros que raramente ultrapassam 1 cm. Possuem como principal característica, além das estratificações cruzadas acanalada e tabular, uma descontinuidade lateral marcante e uma passagem gradativa para arenitos grosseiros mal selecionados.

Fotografia 7 – Estratificação cruzada tabular em arenitos da Formação Tombador (Ptf/e), podendo-se notar níveis mais ricos de seixos na base e no topo da mesma. Leito do rio Lençóis, próximo a cidade de Lençóis.

Fotografia 8 - Aspecto da unidade fluvioéolica (Ptf/e) da Formação Tombador, no leito do rio Lençóis, mostrando o contato entre as litofácies de arenitos bimodais com marcas onduladas e os conglomerados suportados pela matriz.

f) Pelitos laminados: Caracterizam-se por cores variadas (avermelhadas, rósea, cinza), com laminação planoparalela conspícua e clivagem incipiente, estando localizados no topo de uma sequência de finos (finning up).

Segundo Bomfim & Pedreira, (1990), as medidas de paleocorrentes efetuadas nos sedimentos fluviais dessa unidade mostraram que o transporte dos sedimentos foi de ENE para WSW.

4.1.1.2 UNIDADE DE ASSOCIAÇÃO DE LITOFÁCIES EÓLICAS (Pte).

Dentre as unidades da Formação Tombador, essa é a unidade com menor expressão em termos de área (Figura 6). Seus contatos com as unidades fluvieólicas e de leques aluviais ocorrem sempre por interdigitações. Possui duas litofácies predominantes (Bomfim & Pedreira, 1990; Guimarães & Pedreira, 1990; Pedreira & Margalho, 1990), cujas características estão reunidas abaixo.

a) Arenitos bimodais com estratificações cruzadas acanaladas e tabular tangencial: Esta litofácie constitui-se de arenitos de coloração rósea, de granulometria fina a média, sendo marcante a sua bimodalidade. Ocorrem em camadas, com estratificações cruzadas tabulares de baixo ângulo e tangências na base, com até 70 cm de espessura.

b) Arenitos com estratificação planoparalela: Trata-se de litofácie semelhante a anterior em cor e granulometria, caracterizando-se por apresentar estratificação e/ou laminação eminentemente planoparalela a subparalela, com alternância de níveis milimétricos de grãos mais grosseiros e níveis de grãos mais finos em lâminas bem definidas (Fotografia 9). Esta rocha é descrita como um metaquartzoarenito caracterizado por planos de dissolução por pressão, onde os grãos estão fortemente saturados e localmente recristalizados por efeito de esforço. A natureza tipicamente eólica desses estratos pode ser verificada pelos estratos cruzados de baixíssimo ângulo e pequenas espessuras, indicando que as construções sedimentares seriam

melhor definidas como lençóis de areia (interdunas) do que como campos de dunas (Bomfim & Pedreira, 1990).

As medidas de estratificações cruzadas tabulares efetuadas em sequência frontais de dunas eólicas, indicam uma forte tendência dos ventos para oeste apontando um vetor médio de 244° , com índice de consistência de 74% (Bomfim & Pedreira, 1990).

4.1.1.3 UNIDADE DE ASSOCIAÇÃO DE LITOFÁCIES DE LEQUES ALUVIAIS (Ptl).

Essa unidade se distribui na área de pesquisa geralmente em faixas com direção aproximadamente N-S, uma das quais baliza a borda leste da Serra do Sincorá, desde a cercanias de Palmeiras e a região de Lençóis até os arredores de Andaraí e Mucugê (Figura 6). Economicamente, essa unidade adquire grande importância no âmbito da Formação Tombador, pois, excluídos os depósitos aluvionares associados aos rios Paraguaçu, São José e Santo Antônio, estão relacionados à essa unidade, os mais importantes depósitos de diamantes da região, embutidos em suas litofácies conglomeráticas.

Seu contato inferior é sempre de natureza gradacional com a unidade de litofácies fluvieólica, podendo ocorrer superposição brusca sobre os arenitos da unidade de litofácies eólica. Apresenta contato ora interdigitado, ora brusco com as unidades da Formação Caboclo, sobreposta a essa (Bomfim & Pedreira, 1990; Guimarães & Pedreira, 1990). Em virtude de sua importância, descreveremos com alguns pormenores as litofácies predominantes nessa unidade.

a) Conglomerados suportados pelo arcabouço: Esta litofácia é representada por um conglomerado suportado pelo arcabouço devido a escassez de matriz, geralmente aflorando em camadas e lentes com espessuras que variam de poucos

centímetros até 12 m, apresentando uma grande continuidade lateral que chega a ultrapassar 20 km.

Macroscopicamente, podem ser descritos como conglomerados polimíticos, compostos por clastos de tamanho variável, com granulometria desde grânulos e seixos até matacões de quase 1 m, sendo constituídos de arenitos subangulosos a angulosos, nas cores rosa, avermelhada e cinza, interpretados como intraclastos e de quartzo e quartzitos verdes, em geral arredondados a subarredondados, considerados extraclastos. A tonalidade rósea dos conglomerados é resultante, em parte, da predominância de clastos intraformacionais róseos, além da coloração rósea da matriz. O tamanho máximo médio dos seixos fica em torno de 30 a 35 cm enquanto o tamanho médio dos clastos situa-se entre 2 a 4 cm, conforme pode ser visualizado na Fotografia 10.

Podemos citar como estruturas sedimentares predominantes nos conglomerados dessa litofácia, a estratificação planoparalela, o imbricamento de seixos, o acamamento gradacional normal muitas vezes difuso (cauda grossa), o adelgaçamento de camadas e a estratificação na base quando em corpos acanalados. Ocorrem em geral associados à litofácies de conglomerados suportados pela matriz e a arenitos com estratificações cruzadas tabular e acanalada. Comumente o seu contato basal com as demais litofácies é brusco e muitas vezes erosivo. No topo e lateralmente tem tendência a ser de natureza gradacional, podendo no entanto ocorrer entre arenitos grosseiros dessa unidade contatos bastantes bruscos.

Uma feição peculiar encontrada nesta litofácia foi a presença de "panelas" (pot hole), com diâmetros e profundidades variáveis (de centímetros a metros) associadas aos leitos de córregos e rios, conferindo a essa unidade -principal portadora entre as fontes secundárias do diamante e do carbonado da região- a característica de poder concentrar essas mineralizações (Fotografia 10).

Bomfim & Pedreira, (1990), classifica a matriz dessa litofácia como sendo um quartzoarenito illítico/sericítico, constituído por quartzo (80%) e sílex (10%) na faixa areia fina a grossa, com arcabouço sustentado por uma "matriz" de illita/sericita.

Fotografia 9 – Arenitos eólicos com estratificação planoparalela (Pte) da Formação Tombador, ocorrendo no leito do rio Mucugezinho, a 20 km de Lençóis.

Fotografia 10 - Aspecto do conglomerado suportado pelo grão (Ptl) ocorrente na Cachoeira do Serrano, leito do Rio Lençóis, onde pode-se observar a formação de “panelas” propícias à concentração de minerais pesados.

b) Conglomerados suportados pela matriz: Ocorre intimamente associada à litofácia anterior, dela diferindo por apresentar maior predominância da matriz, bem como menor tamanho dos clastos envolvidos. Possui coloração rósea oriunda da tonalidade da matriz, e seixos com tamanhos médios de 1,5 a 3,0 cm, que esporadicamente ultrapassaram 20 cm. Ocorrem em camadas e bancos com espessura variando de poucos centímetros até 1,5 m, com continuidade lateral bastante variável, geralmente apresentando estratificações planoparalelas e cruzadas acanaladas localmente (Fotografia 11).

c) Arenitos com estratificações cruzadas tabular e acanalada: São arenitos de coloração rosa a cinza-róseo, granulação média a grosseira, mal selecionados, podendo conter localmente seixos. Ocorrem em camadas e bancos com espessura variável de 30 cm a 1,0 m, com estratificações cruzadas tabulares ou acanaladas e sempre em contato gradacional com as litofácies conglomeráticas das unidades anteriormente descritas (conglomerados suportados pelo arcabouço e pela matriz).

d) Conglomerados com estratificações cruzadas acanalada e tabular: Essa litofácia é representada por conglomerados de coloração rósea a cinza-róseo, constituídos de grânulos e pequenos seixos angulosos a subarredondados de quartzo, quartzito e arenito com diâmetro médio de 1,0 a 1,5 cm. Ocorrem em camadas de pequena espessura e pouca continuidade lateral, apresentando estratificações cruzada acanalada ou tabular e, geralmente com contatos gradacionais com os arenitos da litofácia descrita anteriormente (Fotografia 12).

e) Arenitos finos com seixos esparsos: São caracterizados por arenitos finos a muito finos, com seixos esparsos de quartzo de diâmetro máximo de 3,0 a 4,0 cm, possuindo uma coloração avermelhada. Ocorrem em níveis poucos espessos de até 60 cm, com estruturas em lâminas pouco pronunciadas, apresentando em alguns locais uma redução da granulometria para o topo.

f) Arenitos argilosos com estratificação planoparalela com marcas de ondas abundantes: Essa litofácia é caracterizada por níveis de metarenitos pouco espessos,

Fotografia 11 – Conglomerado suportado pela matriz (Ptl) ocorrendo no leito do rio Lençóis, próximo à cidade de Lençóis.

Fotografia 12 - Conglomerado com estratificação cruzada acanalada (Ptl) da Formação Tombador, ocorrendo no leito do rio Lençóis, próximo à cidade de Lençóis.

de coloração rósea-acastanhada, tendo uma granulometria fina com filmes de argila. Apresentam estratificação planoparalela e marcas onduladas. Ocorrem intercalados na litofácia de arenitos com estratificações cruzadas tabular e acanalada, em locais específicos, com espessura inferior a 1,0 m.

g) Arenitos bimodais com estratificações cruzadas acanalada e tabular tangencial e arenitos bimodais com geometria sigmoidal: São característicos dessa litofácia arenitos de coloração rósea, bem selecionados, aflorando em camadas e bancos com espessura entre 30 cm a 2,0 m, sendo diferenciados por suas estruturas sedimentares particulares.

Segundo Bomfim & Pedreira, (1990), as medidas de paleocorrente obtidas nessa unidade, nas estratificações cruzadas acanaladas, mostraram um padrão unidirecional excepcional, que resulta em um vetor médio de 239° e índice de consistência de 73,4%, indicando um transporte sedimentar de NE para SW. Já o tratamento em conjunto das medidas de estratificações cruzadas tabulares e imbricamento de seixos, gerou um vetor médio de 288° com um índice de consistência baixíssimo de 22,3%. Essa discrepância pode ser atribuída ao fato de que as medidas foram efetuadas no topo da unidade que se encontra em contato com as unidades da Formação Caboclo, onde esses sedimentos fluviais foram submetidos a retrabalhamento pelo "mar Caboclo", ocasionando o imbricamento dos clastos com os eixos maiores perpendiculares à corrente e, mergulhando para montante.

A Figura 8 sintetiza as características gerais observadas nos metaconglomerados da Formação Tombador quanto aos aspectos composicionais e granulométricos.

4.1.2 FORMAÇÃO CABOCLO

Denominação dada à sequência de pelitos laminados, relacionados a ambientes marinhos, que ocorrem em uma faixa estreita orientada NNW/SSE, marginal

Figura 8 - Características granulométricas dos constituintes dos metaconglomerados mineralizados da Formação Tombador, principal fonte dispersora do diamante e das variedades policristalinas na área.

à borda leste da serra do Sincorá, interrompendo-se por falhamento na porção mediana entre Lençóis e Andaraí (Figura 6). Sua espessura média dentro da área de pesquisa, foi primeiramente estimada por Montes (1977) e, mais recentemente por Bomfim & Pedreira, (1990), com resultados coincidentes de 160 a 180 m. Macêdo & Banhomme (1984), em datações de argilitos e siltitos, obtiveram resultados geocronológicos que permitem considerar para essa formação uma idade mínima de deposição de 958 Ma.

Conforme observações efetuadas por Bomfim & Pedreira, (1990), pode-se dividir essa formação em duas unidades de associação de litofácies relacionadas a ambientes marinhos denominadas de litofácies de planície de maré e litofácie de plataforma rasa.

4.1.2.1 UNIDADE DE LITOFÁCIE DE PLANÍCIE DE MARÉ (Pcpm).

Representa a parte mais inferior da Formação Caboclo, ocorrendo na área em duas faixas estreitas de direção aproximada N-S, com uma largura máxima entre 1-1,5 km (Figura 6) e espessura em torno de 60 a 80 m. Geralmente seus contatos com as unidades basais (Formação Tombador) e as unidades do topo (unidade mais superior da Formação Caboclo) são de natureza gradacional. Essa formação possui contato de falhamento a unidade fluvieólica da Formação Tombador, devido a um falha de direção NW-SE, que interrompe a formação ao sul de Andaraí.

Essa unidade é constituída de arenitos de coloração róseo a róseo esbranquiçado, de granulometria fina à média, bem selecionados e arredondados. Correspondem a um quartzarenito com cimento silicoso, tendo como estruturas sedimentares predominantes estratificações cruzadas tabulares, estratificações cruzadas do tipo "espinha de peixe", superfícies de reativação, geometria sigmoidal, estratificação planoparalela, arenitos finos retrabalhados por ondas e arenitos fluidizados, aspectos esses característicos das condições ambientais.

4.1.2.2 UNIDADE DE LITOFÁCIE DE PLATAFORMA RASA (Pcpt).

Representa a parte mais superior da Formação Caboclo, com exposição na área semelhante a unidade anteriormente descrita (Figura 6). Seu contato com a unidade de planície de maré é do tipo gradacional e concordante, sendo possível observar interdigitação entre ambas. O contato dessa litofÁCIE no seu topo é do tipo brusco com a unidade basal da Formação Morro do Chapéu. No sul da área estudada nesta dissertação, essa mesma litofÁCIE é recoberta discordantemente pela Formação Bebedouro. Dentro da área de pesquisa estima-se para essa unidade uma espessura média de 100 m. Seus sedimentos são representados por arenitos finos a muito finos, esbranquiçados a róseos, formados predominantemente por quartzo bem selecionado, subangulares a subarredondados, intercalados por argilitos ou argilitos siláticos esbranquiçados a róseos. Como estrutura sedimentar predominante apresenta estratificação paralela a subparalela e, subordinadamente, estruturas de retrabalhamento por ondas de marés e tempestade gerando marcas de ondas nos arenitos finos, além de estruturas tipo "wavy", "lisen", níveis de chert laminação nas porções pelíticas.

Segundo Bomfim & Pedreira, (1990), medidas de estratificações tabulares da Formação Caboclo, sugerem um sentido geral das antigas correntes de maré predominando para NE, com correntes subordinadas para SW. Montes (1977), analisando dados de estratificações cruzadas da parte inferior dessa formação, sugeriu uma transgressão marinha de SW para NE.

4.1.3 FORMAÇÃO MORRO DO CHAPÉU

Branner (1910) chamou os arenitos e conglomerados diamantíferos da unidade de "Série Lavras" por serem esses correlacionáveis aos arenitos e conglomerados da unidade mais superior do Grupo Chapada Diamantina, que afloram no município de

Morro do Chapéu. Posteriormente, Brito Neves (1967) e Bomfim & Pedreira, (1990), juntaram essas duas unidades na Formação Morro do Chapéu.

Na área de pesquisa, essa formação ocupa o interflúvio dos rios Santo Antônio e São José, desde o norte da área até os arredores da foz do rio Caldeirões, numa faixa estreita com largura máxima de 2,5 km (Figura 6). À leste-sudeste de Andaraí, ela ocorre embutida por falhamentos numa faixa ligeiramente triangular, em terrenos dominados pela Formação Bebedouro (Bomfim & Pedreira, 1990). Montes (1977), estimou para essa formação na região de Lençóis uma espessura de 40 m. Já na região de Morro do Chapéu, a espessura chega a atingir 390 m de acordo com Pedreira *et al.* (1975).

Os contatos entre a Formação Morro do Chapéu e a Formação Caboclo são por interdigitação, por concordância, ou ainda por falhamentos. Já com a Formação Bebedouro sobreposta, os contatos são do tipo discordantes.

Segundo Guimarães & Pedreira (1990), o contexto deposicional da Formação Morro do Chapéu, assemelha-se muito ao da Formação Tombador, sendo essa uma retomada da sedimentação continental iniciada anteriormente. Esse autor cita que a distinção entre essas duas formações é feita unicamente pelos seus posicionamentos estratigráficos distintos.

4.1.3.1 UNIDADE DE ASSOCIAÇÃO DE LITOFÁCIES FLUVIEÓLICA (Pmcf/e)

Na faixa que acompanha a margem esquerda do rio São José, ao leste de Lençóis (Figura 6), o contato basal dessa unidade com os ritmos da unidade de associação de litofácies de plataforma rasa da Formação Caboclo, se faz de modo brusco e concordante. Já no extremo sul dessa faixa o contato entre as duas unidades se dá por falhamento de direção NE-SW, onde se desenvolveu uma zona de brecha com largura de no mínimo 10 m. Na região a sudeste de Andaraí, o seu contato basal

com a Formação Bebedouro ocorre por falhamento e zonas de brecha. A espessura dessa unidade dentro da área de pesquisa atinge um máximo de 90 m, sendo essa dividida em duas litofácies (Bomfim & Pedreira, 1990), discutidas a seguir.

a) Arenitos bimodais com estratificações cruzadas acanalada e tabular tangencial: Formada por arenitos quartzosos de granulometria fina, muito bem selecionados, de coloração rósea a rósea-esbranquiçada. Constituem camadas de no máximo 60 cm, com estruturas internas laminadas, dominadas por estratificações cruzadas de baixo ângulo, assintóticas na base. Outra estrutura bastante característica é a laminação por queda de grãos (grainfall laminae), processo esse associado ao regime irregular dos ventos, o qual acarreta a deposição alternada de lâminas de areia de granulação média a fina, com excelente seleção de grãos numa mesma lâmina e, ainda subordinadamente presença de "línguas" de areia com gradação inversa (fluxo de grãos).

b) Arenitos com estratificação cruzada acanalada com conglomerados suportados pela matriz: Ocorrem intimamente associados e estratigraficamente posicionados na parte basal da unidade em afloramentos pouco frequentes. O primeiro constitui-se de arenito de granulação grosseira com a presença de seixos esparsos, com espessura de até 50 cm, apresentando estruturas de estratificação cruzada acanalada obliterada. A segunda litofácia constitui uma associação desses arenitos, juntamente com blocos de conglomerados deslocados suportados pela matriz, com estruturas sedimentares aleatórias.

4.1.4 SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO

O Supergrupo São Francisco, do Proterozóico Superior, além de recobrir extensas áreas de cobertura cratônica, que se estendem por cerca de 309.000 km² no interior da província São Francisco, está representado também nas faixas de

dobramentos limitantes situadas nas províncias de Borborema, Mantiqueira e Tocantins (Almeida & Hasui, 1984).

No âmbito da Província São Francisco, os metassedimentos desse supergrupo estendem-se desde o Quadrilátero Ferrífero, bordejando o limite oeste da província e a dorsal do Espinhaço, até a região de Formosa do Rio Preto. Na região central da Bahia constitui o Grupo Una considerado por Almeida & Hasui (1984) como tendo evoluído a partir do preenchimento dos baixos topográficos resultantes da estruturação morfogenética no tempo Espinhaço. Na área de estudo (Figura 6), os carbonatos e clastos relacionados ao Grupo Una constituem uma nova sequência deposicional que aflora em toda a sua porção oeste. Os carbonatos do Grupo Una (calcário e dolomito) são englobados na Formação Salitre (superior), a qual devido as suas diversas variações faciológicas foi interpretada como produto de deposição em zonas variáveis entre supamaré e submaré, (Macêdo & Banhomme, 1984; Pedreira *et al.*, 1987). Os clastos, que constituem a Formação Bebedouro (basal), são essencialmente pelitos e diamictitos, estando relacionados a um evento glaciogênico. A Formação Bebedouro também pode ser considerada como fonte secundária de diamantes e carbonados, antes destes serem desagregados e transportados durante a construção de aluviões recentes.

4.1.5 QUATERNÁRIO (Qcob)

Caracterizado por depósitos eluvionares originados "in situ" pela alteração intempérica de lamitos do Grupo Paraguaçu, aflorando ao norte e ao sul da área (Figura 6). Geralmente constituem solos argilo-arenosos espessos, de coloração avermelhada ou amarelada, tendo sua formação relacionada às zonas de peneplanização da região. Os aluviões também são bastante expressivos ao longo dos principais rios da região, constituindo desde material argilo-silte-arenoso até cascalhos com seixos de litologias e tamanhos variados (Bomfim & Pedreira, 1990).

5.O DIAMANTE DA CHAPADA DIAMANTINA

O elemento químico carbono ocorre na natureza na forma de quatro polimorfos, diamante, grafita, lonsdaleita e chaoita, caracterizados por propriedades físicas e químicas distintas (Field, 1979). O diamante cristaliza-se na classe m3m do sistema cúbico, ocorrendo normalmente na forma de cristais abaulados transicionais entre o octaedro de faces e arestas retas e, o rombododecaedro de faces curvas. A grafita cristaliza-se na classe 6/mmm do sistema hexagonal ocorrendo sob a forma de cristais laminares devido a clivagem (0001) perfeita (Palache *et al.*, 1944; Fleischer & Mandarino, 1995). A lonsdaleita possui também simetria hexagonal formando-se à altas pressões por ocasião de impactos de meteoritos (Fronzel & Marvin, 1967; Klein & Hurlbut, 1999). A chaoita cristaliza-se no sistema hexagonal, na classe 6/mmm, ocorrendo na forma de lâminas finas alternadas perpendicularmente à face (0001) da grafita. A chaoita forma-se a partir do metamorfismo de grafita gnaiss ocasionado por choque interplacas (Goresy & Donnay, 1968).

O diamante por sua vez, ocorre sob duas formas distintas: a) um tipo monocristalino constituindo cristais individuais em geral octaédricos/rombododecaédricos; e b) um segundo tipo policristalino reunindo diamantes constituídos por agregados de cristais individuais com formas, texturas, cores e propriedades físicas distintas. De acordo com Sunagawa (1984), os diamantes policristalinos podem ser classificados em sete categorias distintas relacionadas a seguir.

1) bort - agregados granulares a criptocristalinos; 2) framesita - tipos de bort constituído por cristais de dimensões reduzidas; 3) stewartita - bort magnético; 4) carbonado - agregados maciços granulares constituídos por diamantes criptocristalinos de dimensões micrométricas; 5) bort curto - bort com estruturas radiais; 6) ballas - agregados, também radiais, formado por fibras de comprimentos entre 30 a 40 μ e espessura de 1 μ ; 7) bort hailstone - agregados com estruturas concêntricas.

Kaminskiy *et al.* (1985) propôs o termo yakutita para descrever uma outra variedade policristalina semelhante ao carbonado formada a partir de material rico em grafita por impacto de meteoritos.

O carbonado se destaca entre as variedades policristalinas sendo encontrado juntamente com o diamante convencional, embora em menor escala, em alguns garimpos. Em locais como a Chapada Diamantina na Bahia e Ubangi na África Central, constitui jazidas notáveis que vem sendo exploradas há longa data para a produção de diamante industrial. No caso do Brasil, o apogeu da mineração do carbonado ocorreu por volta de 1880 e desde então declinou-se em função da produção crescente de diamante industrial das minas africanas e mais recentemente, pela influência do diamante sintético.

5.1 DISTRIBUIÇÃO DOS GARIMPOS

Na região da Chapada Diamantina os diamantes mono e policristalinos estão associados a metaconglomerados do Grupo Chapada Diamantina de idade proterozóica média, bem como a conglomerados recentes retrabalhados. A matriz primária como já foi ressaltado no início, não é conhecida. Ao contrário do que se observa na região oeste de Minas Gerais onde ocorrem intrusões kimberlíticas, na Chapada Diamantina não existem evidências deste tipo de rocha. Isso com relação ao diamante comum. Quanto ao carbonado, a questão é ainda mais complexa, tendo em vista as suas particularidades físicas muito distintas do diamante convencional. Essas diferenças vem sendo ressaltadas por vários pesquisadores atuais que defendem, entre outras idéias, uma origem a partir de choques de meteoritos ocorridos no passado.

A exploração de diamantes e carbonados na área, tem sido registrada desde meados do século XIX, onde se relatam a existência de ricos depósitos diamantíferos, os quais foram garimpados intensivamente tanto na parte serrana, nos cascalhos

decompostos, como nos colúvios e alúvios existentes (Abreu, 1973; Gonzaga & Tompkins, 1991). A extração de diamantes e carbonados nessa área foi efetuada de modo intenso nos aluviões das principais drenagens da região, destacando-se entre outros os rios Paraguaçu, Santo Antônio, São José, Preto e seus tributários. Nesses locais, os garimpos ou catas eram abertos por meio de desmonte hidráulico e de dragas rudimentares compostas basicamente de um motor acoplado a uma bomba, complementado por chupadeira, caixa, grade e bica ("sluice") (Fotografias 13 e 14). Em alguns casos, são utilizados tratores de esteira para o decapeamento da cobertura do material estéril representado por solos e depósitos arenosos. Considerando a concentração aleatória do diamante e do carbonado, o que inviabiliza uma produção regular, a dinâmica deste processo e a fácil mobilidade dos equipamentos utilizados para extração, a posição destes garimpos não era fixa, deslocando-se no decorrer da garimpagem.

De acordo com Moraes & Couto (1993), foram identificados nesta época 21 garimpos com a utilização de motobombas, envolvendo um total de 325 garimpeiros, além da mão-de-obra de apoio (Tabela 2 e Figura 9). Tais informações já se encontram desatualizadas, pois em visita a área, muitos garimpos já haviam sido paralisados, não restando menos que uma dezena, que posteriormente foram impedidos de funcionar pela Secretaria do Meio Ambiente (SEMA), em função da criação do Parque Nacional da Chapada Diamantina pelo Decreto Federal nº 91.655 de 17 de setembro de 1985.

Essa resolução representou talvez o golpe final no funcionamento dos garimpos de diamante e carbonado na área abrangida pelo parque. Conforme se pode observar pela Figura 9, as cidades de Lençóis e Palmeiras, que sempre foram os dois principais pólos de produção de carbonados, estão situados no perímetro delimitado pelo parque. A produção que já havia declinado com o advento da produção do diamante sintético (Bovenkerk *et al.*, 1959), diminuiu ainda mais, estando hoje restrita a algumas iniciativas individuais de garimpeiros artesanais isolados na área.

Fotografia 13 - Dragas utilizadas na extração do cascalho diamantífero no leito do Rio Paraguaçu, na cata denominada Vitória, próximo à cidade de Andaraí.

Fotografia 14 - Aspecto de uma bica (sluice), usada para a concentração do cascalho diamantífero, na cata do Sr. Assis, margem do Rio Preto, na cidade de Palmeiras.

Tabela 2 - Cadastro dos garimpos semi-mecanizados e/ou mecanizados de diamantes e carbonados da Chapada Diamantina.

Extraído de Moraes & Couto (1993), Projeto Chapada Diamantina, CPRM, Salvador.

MD- Margem direita

ME- Margem esquerda

Nº DE CADASTRO	MUNICÍPIO	LOCAL COORDENADAS (WGr/S)	SITUAÇÃO	MOTO-BOMBAS	NÚMERO DE GARIMPEIROS	TOPONÍMIA	PROPRIETÁRIOS
1	Palmeiras	Campo São João 41°29'30"/12°26'38"	Ativo	1	7	Riacho São João MD-Rio São José	Antônio Evangelista
2	Palmeiras	Palmeiras 41°34'24"/12°31'01"	Ativo	15	91	Rio Preto MD-Rio São José	Antônio da Silveira, Renato Ribeiro da Silva, Dedivaldo Pereira Borges, José Neto, Elaide José da Silva, Toshio Ishiy e outros
3	Lençóis	Ribeirão de Baixo 41°22'55"/12°35'02"	Em reativação	4	28	Rio Ribeirão MD-Rio São José	José Pereira Lessa Filho, Manoel Antônio Maciel Albeniz (gerente)
4	Lençóis	Baixio 41°22'42"/12°35'05"	Ativo	8	30	Riacho Cachorrinho MD-Rio São José	Carlos Monteiro, Geraldo Félix Furtado, Eugênio Bispo dos Santos (gerente) e Antônio dos Santos Cardoso
5	Lençóis	Mosquito 41°22'39"/12°37'21"	Ativo	7	28	Rio Capivara MD/ME-Rio São José	Alberto de Castro Araújo Neto, Eloy Correia Alves (falecido) e Karine Araújo Alves (espólio)
6	Lençóis	Capivara 41°22'22"/12°37'36"	Desativado	-	-	Rio Capivara ME-Rio São José	Gutemberg Andrade (falecido), Admilson Santos Andrade (gerente), Ailton Roberto Oliveira de Souza e Paulo César Oliveira de Souza (gerente)

CONTINUAÇÃO

6	Lençóis	Piçarras 41°22'29"/12°38'22"	Ativo	4	28	Riacho das Bicas MD-Rio São José	Aílton Roberto O. de Souza e Nilton O. de Souza
7	Lençóis	Caldeirão 42°22'06"/12°39'36"	Paralisado	-	-	Riacho do Caldeirão MD-Rio São José	-
8	Lençóis	Funil 41°21'33"/12°38'39"	Paralisado	-	-	Rio São José MD	-
9	Andaraí	Limoeiro 41°20'46"/12°45'16"	Paralisado	-	-	Rio Paraguaçu ME	Manoel Messias Ribeiro
10	Andaraí	Vitória 41°18'56"/12°45'16"	Paralisado	-	-	Rio Paraguaçu ME	Raimundo da Silva
11	Andaraí	Piabas 41°18'56"/12°49'58"	Desativado	-	-	Rio Paraguaçu ME	Marcelo Landim Correia Filho
12	Andaraí	Flori 41°18'56"/12°49'40"	"Lavra" e reavaliação de reserva	8	56	Riacho das Flores ME-Rio Paraguaçu	Manifesto de Mina nº101/35 Mineração Piracicaba S/A Augusto dos Santos Cardoso (representante legal)
13	Andaraí	Garapa 41°22'05"/12°44'06"	Paralisado	-	-	Rio Santo Antônio MD	Rui Silva
14	Andaraí	Roncador I 41°21'02"/12°42'02"	Paralisado	-	-	Rio Santo Antônio MD	Durval Manoel da Silva
15	Andaraí	Roncador II 41°21'22"/12°41'55"	Paralisado	-	-	Rio Santo Antônio MD	José Carlos Soares
16	Nova Redenção	Piranhas 41°10'59"/12°46'56"	Ativo	2	14	Rio Paraguaçu ME	Gilberto Reis
17	Nova Redenção	Piranhas 41°10'39"/12°46'34"	Ativo	2	14	Rio Paraguaçu MD	Laudimir Santos Bacelar
18	Nova Redenção	Piranhas 41°10'42"/12°46'41"	Ativo	3	15	Rio Paraguaçu MD	Deneval Correia Lima
19	Nova Redenção	Fazenda Moreno 41°09'13"/12°46'40"	Paralisado	-	-	Rio Paraguaçu MD	Mineração "Bahia Corporation" (instalações antigas)
20	Andaraí	Fazenda Mala-Cofre 41°13'38"/12°49'06"	Ativo	2	14		Laudimir Santos Bacelar
	TOTAIS			56	325

Figura 9 - Mapa de localização de garimpos de diamante e de carbonado, e dos pontos de amostragem dos respectivos minerais acompanhantes.

5.1.1. LEVANTAMENTO GEOLÓGICO DOS GARIMPOS

Basicamente há dois tipos de extração de diamantes e carbonados na região. O primeiro, conhecido como "garimpo de serra" é realizado de forma artesanal, somente com o uso de peneiras, por garimpeiros que esporadicamente lavam e classificam os cascalhos depositados pelos córregos ou pelos metaconglomerados diamantíferos alterados oriundos da Formação Tombador, que sofreram pouco ou nenhum transporte (elúvios e colúvios). O outro tipo, de forma semi-mecanizada, é feito nos depósitos aluvionares de idade quaternária, nas drenagens principais da região. Estes depósitos são considerados como o produto da desintegração e reconcentração dos metaconglomerados do Grupo Chapada Diamantina. Os metaconglomerados são, portanto, a fonte secundária dos diamantes e estão relacionados principalmente à unidade de leques aluviais da Formação Tombador, (Bomfim & Pedreira, 1990; Guimarães & Pedreira, 1990).

Devemos ter em mente que cada rio apresenta feições extremamente diferenciadas ao longo do seu curso, quanto ao comportamento deposicional, ocasionando com isso aspectos faciográficos distintos, seja por influência de seus tributários, curso do rio em vales encaixados ou várzeas, desníveis da formação, encontro de rios com lagoas ou armadilhas.

O perfil característico dos depósitos aluvionares é basicamente composto de uma camada de material estéril (areias e/ou argilas), sobreposta a uma camada de minério (cascalho diamantífero), tal como observado na Figura 10. Ocasionalmente ocorrem no material estéril intercalações de areia fina e areia com matéria orgânica de cor preta e de cascalhos intercalados com lentes de areia fina. Também é comum encontrar matéria orgânica semi-decomposta sobre o topo do cascalho, sendo identificada como uma camada guia para um cascalho contendo maior concentração de diamantes, característica esta, segundo Costa (1991), específica para os aluviões do alto Santo Antônio, não servindo como referência para outras partes do próprio rio, ou outros rios da bacia do Paraguaçu.

Figura 10 - Perfil característico do depósito aluvionar de diamante e carbonado observado no garimpo do "Betão", localizado na confluência do rio São José com o córrego Capivara, município de Lençóis.

A camada de material estéril é essencialmente composta por areias de granulação média a grossa, quartzosa, de coloração branca e acastanhada, caracterizando depósitos de diques marginais.

A camada mineralizada, originada dos depósitos residuais de canal é composta de cascalhos médios a grossos, com matriz areno-argilosa. Os grânulos, seixos e matacões (às vezes esporádicos) são de baixa esfericidade, porém de bom arredondamento, sendo constituídos basicamente de quartzito, metarenito, silexito, quartzo e arenito, em proporções diferenciadas. Esses cascalhos possuem espessura variando de 0,10 a 1,90 m, estando assentados sobre o "bed rock" representado pelas variedades litológicas regionais (argilitos, arenitos, quartzitos), apresentando-se recobertos por areias, argilas e/ou solos orgânicos (Fotografias 15 e 16).

Os depósitos de várzea e solo orgânico, são essencialmente argilosos, orgânicos, pouco arenosos e escuros. Os depósitos de várzea com até 10,0 m de espessura, ocupam faixas bem definidas ao longo dos prováveis cursos simultâneos do rio. O solo orgânico com espessura de até 1,0 m, desenvolve-se em intercalações com areias que por vezes se sobrepõem às camadas de cascalho (Costa, 1991).

No perfil apresentado na Figura 10, destaca-se a espessura notável da camada de areia, que por vezes chega a alcançar de 15 a 20 m, especialmente no vale do Rio São José. Esse fato é resultante de um processo já avançado de assoreamento do leito e margens do rio, resultante tanto da garimpagem indiscriminada quanto do desmatamento realizado na região. Observa-se também que a frente de lavra situa-se em um nível bem inferior ao leito atual do rio. Esse procedimento facilita a garimpagem uma vez que os cascalhos são desagregados por meio de desmonte hidráulico aproveitando a água de gravidade do rio, já que o leito está bem acima da camada mineralizada. Essa situação ocorre de modo geral nos garimpos de zonas serranas onde predominam vales mais estreitos, nos quais são raros ou faltam níveis de terraços acima do leito atual. Noutros locais, como por exemplo no vale do Rio Paraguaçu, a leste da Serra do Sincorá, o perfil dos garimpos tem características diferentes por estarem situados em regiões aplainadas.

Fotografia 15 - Aspecto da variação granulométrica e da espessura do cascalho diamantífero na margem do Rio Preto, cata do Sr. Assis, na cidade de Palmeiras.

Fotografia 16 - Detalhe do cascalho diamantífero ressaltando as variações de tamanho, forma e cor dos clastos, situado na margem do Rio São José, no local denominado de Baixio, no município de Lençóis.

5.2 MINERAIS PESADOS ASSOCIADOS

Os minerais pesados são por definição, os que possuem densidade maior que os dos minerais mais comuns nas rochas sedimentares, tais como o feldspato e o quartzo ($d \geq 2,6$). São representados em sua maioria pelos minerais acessórios das rochas ígneas e metamórficas e a sua proporção nos sedimentos depende do meio de transporte, dos processos de dispersão e concentração, da maior ou menor resistência física e química do mineral a esses agentes e, ao intemperismo.

Na prática, utiliza-se como limite entre as frações de minerais leves e pesados dos sedimentos a densidade do bromofórmio (2,85 -2,89), sendo esse líquido denso, o mais comumente utilizado para a separação dos minerais pesados.

Sob ação do intemperismo e da erosão, as rochas tendem a se desagregar liberando minerais com propriedades físicas e químicas distintas tais como densidade, solubilidade, clivagem, fratura e/ou partição, dureza, etc. Essas propriedades associadas a fatores como disponibilidade do mineral na área fonte, intensidade do intemperismo na área fonte, granulometria original do mineral, relação entre a velocidade de intemperismo e erosão, forma e densidade do mineral, resistência mecânica e química do mineral, tempo e meio de transporte e condições físico-químicas do meio deposicional, vão condicionar a presença de uma determinada fase em um sedimento e a distância deste em relação à área fonte alimentadora. Muitos desses fatores atuam no sentido de eliminar certas espécies minerais propiciando o estabelecimento de séries de estabilidade mineral. No que concerne à estabilidade química, exemplos dessas séries encontram-se representadas na Tabela 3.

Independentemente dos diferentes tipos de agentes destrutivos, as séries de estabilidade mostradas na Tabela 3 são praticamente coincidentes, destacando-se como fases mais estáveis o zircão, a turmalina e o rutilo, sendo a olivina, a augita e outros minerais ferromagnesianos, exemplos de fases menos estáveis.

Os diamantes e as suas variedades policristalinas são minerais que possuem propriedades físico-químicas particulares, que associados a outros minerais com

Tabela 3 - Série de estabilidade química dos minerais pesados mais frequentes.

	Pettijohn (1941, 1957)	Smithson (1941)	Suguio (1982)	
	Rutilo		Rutilo	
<div>Estabilidade Decrescente</div> <div>↓</div>	Zircão	Zircão	Minerais ultra estáveis	Zircão
		Rutilo		Turmalina
	Turmalina	Turmalina		
		Apatita	Minerais estáveis	Leucoxênio
	Monazita	Monazita		Clorita
	Granada	Granada		Hematita
	Biotita			Apatita
	Apatita			Monazita
	Estaurolita	Estaurolita	Minerais semi-estáveis	Estaurolita
	Cianita	Cianita		Sillimanita
	Hornblenda	Hornblenda		Cianita
				Epídoto
	Augita	Minerais		Biotita
	Olivina	Ferro Magnesianos	Minerais instáveis	Granada
				Magnetita
				Ilmenita
				Hornblenda
				Augita
				Olivina

características similares formam um grupo mineralógico rico em informações geológicas e genéticas. Partindo desse pressuposto e do conhecimento acumulado acerca desse grupo mineralógico, é conveniente compará-los no intuito de obter informações sobre a origem do diamante e do carbonado.

Dentro do processo natural de erosão, o diamante, após ser liberado da sua fonte primária (kimberlito e/ou lamproíto), entra no curso das drenagens, sendo acompanhado por outros minerais disponíveis na bacia hidrográfica. Entre esses minerais, deve-se distinguir duas categorias de acompanhantes: a) os acidentais provenientes de rochas das litologias locais, e, b) eventuais indicadores das fontes primárias, no caso de algumas fases de natureza kimberlítica/lamproítica sobreviverem aos processos de alteração e se incorporarem aos acompanhantes (Gurney, 1985; Nixon *et al.*, 1991). Dados da literatura geológica mostram que entre os acompanhantes acidentais as fases mais comuns são representadas pelo rutilo, turmalina, zircão, epídoto, anfibólio, piroxênio, monazita, coríndon, granada, estauroлита, magnetita, ilmenita, cianita, hematita, cromita, entre outros. Entre os indicadores de fontes kimberlíticas, destacam-se granada piropo, ilmenita magnesiана, cromioespinélio, cromiodiopsídio e zircão (Svisero *et al.*, 1980).

Shibata *et al.*, (1993), estudando os minerais acompanhantes dos carbonados e de diamantes do rio Santo Antônio no município de Palmeiras, relata que essa assembléia mineral constitui-se de magnetita, rutilo, anfibólio, zircão, turmalina, hematita e monazita e que os indicadores típicos de kimberlito tais como piropo cromífero, ilmenita magnesiана e espinélio cromífero estão ausentes naquela região.

No Projeto Diamantes e Carbonados do Alto Paraguaçu, realizado pela CBPM (Neto *et al.*, 1977), com a abertura de três catas na região foram identificados um conjunto variado de minerais acompanhantes sumarizados na Tabela 4. Nesse caso, os autores do referido projeto relacionam todas as fases identificadas, incluindo as fases da fração leve representadas pelas várias formas de sílica (sílex e quartzo), como também a fração pesada constituída de cianita, turmalina, pirita, crisoberilo, coríndon e granada.

Tabela 4 - Minerais acompanhantes dos diamantes e carbonados do Alto Paraguaçu. Extraído e modificado do Projeto Diamantes e Carbonados do Alto Paraguaçu, CBPM (Neto *et al.*, 1977), Salvador.

Mineral	Densidade	Cata 1	Cata 2	Cata 3	Características
Cianita	3,6 a 3,7	X			Grãos incolores a esverdeados, clivagem nítida, inclusões aciculares.
Turmalina	3,0 a 3,2	X	X	X	Grãos verdes, transparentes, sem polimento superficial, aspecto colunar (Cata 1). Cor preta, grãos com estrias características, possivelmente variedade denominada afrisita (Cata 2).
Sílex		X	X	X	Cor marrom a cinza, impregnações de ferro e manganês (Cata 1). Grãos pretos, polidos, sem marcas e estrias (Cata 2).
Seixos de quartzo	2,65	X	X	X	Cor branca e incolor, sem polimento superficial, fosco, bem rolados.
Pirita	4,5 a 5,0		X	X	Cor amarelo pálido, brilhantes, geminados.
Seixos de Ganga			X		Grãos marrons, com polimento superficial, agregados argilosos ricos em óxidos de ferro com alguns grãos de quartzo.
Silexito oolítico			X		Grãos com oólitos geralmente escuros, imersos em uma massa branca.
Quartzo	2,65			X	Grãos verdes, sem polimento superficial, relativamente foscos.
Crisoberilo	3,5 a 3,9			X	Cor verde, transparente, fratura concoidal.
Coríndon	3,4 a 3,6			X	Cor rosa
Granada	3,4 a 3,6			X	Cor rosa, transparente, sem polimento superficial.

Os dados acima reportados concordam com os resultados obtidos no decorrer dos trabalhos realizados nesta Dissertação.

Conforme já foi informado no Capítulo 2, a assembléia de minerais estudadas no decorrer dessa Dissertação, foi obtida pela concentração de sedimentos recentes utilizando-se calha e bica (sluice) combinadas com um jogo de peneiras e batéias (Figura 2). Os concentrados obtidos foram tratados por uma combinação de métodos físicos conforme já descritos também no capítulo metodológico.

Análises difratométricas revelaram que os concentrados são constituídos, além de diamante, carbonado e ballas, por magnetita, hematita, ilmenita, rutilo, turmalina, zircão, cianita, granada, hornblenda, coríndon, crisoberilo, estaurolita, epídoto e ouro. Segue-se uma breve descrição de cada um desses acompanhantes, seguindo-se as recomendações de Deer *et al.* (1996) e Fleischer & Mandarin (1995).

DIAMANTE : C

O diamante ocorre na região da Chapada Diamantina exibindo uma ampla variação de forma, tamanho, cor e qualidade, apresentando-se desde pedras classificadas como de primeira até tipos defeituosos reunidos na categoria de bort. Pelo seu modo de ocorrência aleatório e esporádico, é comum na região o uso de peneiras com aberturas variando entre 6,0 a 1,5 mm por ser esta justamente a faixa granulométrica onde esse mineral mostra maior frequência. Na realidade, todas as informações existentes sobre a região não mencionam a ocorrência de megadiamantes (pedras com peso superior a 100 ct), fato comum na região de Coromandel, no oeste de Minas Gerais (Svisero, 1995).

CARBONADO E BALLAS: C

Essas duas variedades de diamante policristalino ocorrem associadas ao diamante tradicional de forma generalizada nos terrenos da Chapada Diamantina. Apesar de ser menos frequentes que o diamante, o carbonado desempenhou um

importante papel histórico e econômico, principalmente no final do século passado, que superou o próprio diamante. Continuam sendo garimpados de forma esporádica em decorrência das dificuldades impostas pela legislação ambiental do Parque Nacional da Chapada Diamantina.

MAGNETITA: Fe_3O_4

É o mineral opaco mais comum nos concentrados da Chapada Diamantina. Devido a sua forte susceptibilidade magnética, pode ser facilmente separada dos concentrados com o auxílio de um ímã manual. Essa fase foi identificada em todas as amostras analisadas, apresentando-se geralmente na forma de fragmentos octaédricos, de cores variando entre o preto, o cinza escuro e o cinza acastanhado. Ocorre também na forma de agregados semi-esféricos, de cor castanha e fortemente magnéticos. Nas frações menores que 0,125 mm foram observados cristais de formas octaédricas perfeitas. A Figura 11 mostra um difratograma de uma magnetita representativa procedente da região de Andaraí. Além das principais raiais da magnetita, o difratograma contém algumas reflexões correspondentes à hematita presente na forma de impurezas.

HEMATITA: $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$

Mineral presente entre os opacos sendo especialmente abundante nos garimpos da região de Andaraí. Apresenta-se na forma de grãos de coloração preta acastanhada, com dimensões menores que 0,5 cm e formas variando desde fragmentos angulosos até grãos arredondados. De um modo geral as amostras analisadas apresentam-se recobertas por películas de limonita provenientes da alteração intempérica. A Figura 12 mostra o difratograma de um exemplar de hematita selecionada de um concentrado recolhido na região de Lençóis, obtido após a remoção da capa superficial de alteração.

Figura 11 - Difratoograma da uma magnetita representativa identificada na assembléia de pesados da região de Andaraí, BA.

Figura 12 - Difratoograma da uma hematita representativa identificada na assembléia de pesados da região de Lençóis, BA.

ILMENITA: FeTiO_3

A ilmenita é uma das fases mais importantes na prospecção tanto do diamante propriamente dito, quanto de suas fontes primárias kimberlíticas. Segundo Mitchell (1986), as ilmenitas kimberlíticas possuem teores de MgO variando entre 4,0 a 17,0% em peso, contrastando com ilmenitas de outras paragêneses pobres em magnésio. Nas amostras estudadas a ilmenita apresenta-se na forma de grãos escuros, de brilho metálico e de hábito prismático pouco desenvolvido na direção do eixo cristalográfico c. A Figura 13 mostra o difratograma de uma amostra representativa da região de Lençóis, onde se observa a presença de reflexões do rutilo, associado na forma de impurezas. Uma análise qualitativa revelou a ausência de magnésio entre as amostras estudadas.

RUTILO: TiO_2

Rutilo é um mineral comum nos garimpos da Chapada Diamantina tendo sido identificado em todas as amostras estudadas. Hussak (1917), já havia notado a presença dessa fase entre os acompanhantes do diamante em vários outros locais do país. Entre as amostras estudadas o rutilo ocorre na forma de prismas alongados de cor preta e bordas acastanhadas, de brilho fortemente metálico. A Figura 14 apresenta o difratograma de um rutilo identificado na assembléia de pesados da região de Palmeiras.

TURMALINA: $\text{Na}_2\text{O}_{24}(\text{Mg},\text{Al},\text{Cr})_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH})_4$

Mineral comum nos cascalhos diamantíferos da Chapada Diamantina onde ocorre na forma de grãos escuros e arredondados, frequentes nas frações média e fina das peneiras. O difratograma de raios X de uma amostra da região de Andaraí, mostrado na Figura 15, indicou tratar-se do termo dravita. Contudo a presença de grãos de coloração fortemente escura sugere a presença do termo schorlita entre as amostras da região.

Figura 13 - Difratoograma da uma ilmenita representativa identificada na assembléia de pesados da região de Lençóis, BA.

Figura 14 - Difratoograma da um rutilo representativo identificado na assembléia de pesados da região de Palmeiras, BA.

ZIRCÃO: ZrSiO_4

É outra fase presente em todas as amostra estudadas aparecendo preferencialmente na fração fina. Apresenta-se na forma de cristais prismáticos euédricos, de coloração variando entre vermelho, laranja, violeta claro, amarelo e castanho. Os indivíduos de dimensões reduzidas apresentam terminações bipirâmidaes bem definidas. A Figura 16 mostra o difratograma de um zircão da região de Lençóis, onde além das reflexões características desse mineral, estão presentes também algumas reflexões extras correspondentes à impurezas de quartzo.

CIANITA: Al_2SiO_5

Mineral relativamente comum nos aluviões da área, ocorrendo na forma de prismas alongados ou fragmentos de clivagem destes, exibindo colorações variadas entre azul, verde, branca, amarela e cinza. O difratograma de uma cianita identificada na região de Lençóis está apresentado na Figura 17.

ANDALUZITA: $\text{Al}_2(\text{SiO}_4)\text{O}$

Mineral raro na região identificado em uma amostra de pesados colhida na região de Palmeiras. Ocorre na forma de grãos subarredondados de coloração cinza acastanhada e brilho baço. O difratograma característico está mostrado na Figura 18, no qual estão presentes reflexões extras correspondentes a impurezas de illita.

GRANADA: $(\text{Fe,Mn})_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$

Fase rara ocorrendo na fração fina de uma amostra procedente da região de Andaraí. Ocorre na forma de grãos arredondados, de relevo alto, coloração avermelhada, contendo inclusões variadas. Segundo o difratograma de raios X exibido na Figura 19, trata-se de uma granada constituída essencialmente de almandina, contendo impurezas de manganês. Além das reflexões desse mineral estão presentes também impurezas de hematita.

Figura 15 - Difratoograma da uma turmalina (dravita) representativa identificada na assembléia de pesados da região de Andaraí, BA.

Figura 16 - Difratoograma da um zircão representativo identificado na assembléia de pesados da região de Lençóis, BA.

Figura 17 - Difratoograma da uma cianita representativa identificada na assembléia de pesados da região de Lençóis, BA.

Figura 18 - Difratoograma da uma andalusita representativa identificada na assembléia de pesados da região de Palmeiras, BA.

HORNBLENDAS: $(\text{Ca}, \text{Na})_2 26(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_5 15 (\text{Si}, \text{Al})_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$

Outra fase rara tendo sido identificada na assembléias de pesados da região de Palmeiras. Aparece na forma de grãos subédricos de coloração verde clara e brilho fosco. Seu respectivo difratograma de raios X apresentado na Figura 20 contém além das raias características desse mineral, reflexões subordinadas correspondentes à impurezas de diopsídio e willemseita.

CORÍNDON: Al_2O_3

Fase rara tendo sido identificada entre os minerais pesados da região de Andaraí, onde ocorre segundo grãos de coloração cinza arredondados. O difratograma de raios X obtido está mostrado na Figura 21, onde estão presentes também reflexões correspondentes à impurezas de diásporo e quartzo.

CRISOBERILO: $\text{Al}_2 \text{Be O}_4$

Outro mineral raro encontrado entre os pesados da região de Palmeiras, na forma de grãos irregulares de coloração amarelo esverdeado. O difratograma mostrado na Figura 22, contém além das reflexões características do crisoberilo, reflexões correspondentes à impurezas de quartzo.

ESTAUROLITA: $\text{Fe}_2 \text{Al}_9 \text{Si}_4, \text{Al}_{22} (\text{OH})_2$

A estaurolita é outra fase rara estando presente entre os pesados da região de Andaraí. Ocorre na fração fina na forma de grãos subédricos, arredondados e de brilho fosco. O difratograma de raios X mostrado na Figura 23 revela a presença de impureza de quartzo acompanhando a estaurolita.

EPÍDOTO: $\text{Ca}_2 (\text{Al}, \text{Fe})_3 (\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)(\text{OH})_2$

Figura 19 - Difratoograma da uma granada (almandina) representativa identificada na assembléia de pesados da região de Andaraí, BA.

Figura 20 - Difratoograma da uma hornblenda representativa identificada na assembléia de pesados da região de Palmeiras, BA.

Figura 21 - Difratoograma de um coríndon representativo identificado na assembléia de pesados da região de Andaraí, BA.

Figura 22 - Difratoograma de um crisoberilo representativo identificado na assembléia de pesados da região de Palmeiras, BA.

Figura 23 - Difratoograma da uma estauroilita representativa identificada na assembléia de pesados da região de Andaraí, BA.

Figura 24 - Difratoograma da um epidoto representativo identificado na assembléia de pesados da região de Andaraí, BA.

Outra fase rara identificada na fração fina dos pesados da região de Andaraí. Seu difratograma de raios X correspondente está ilustrado na Figura 24 onde se observa a presença de reflexões devidas à impurezas de tremolita.

OURO: Au

Apresenta-se na forma de pequenas palhetas associadas às areias finas, podendo ser distinguido facilmente pela cor dourada e pelo brilho metálico característicos. Ocorre exclusivamente entre os concentrados da fração batéia.

5.3 ASPECTOS FÍSICOS E MORFOLÓGICOS

Neste item são discutidas algumas das principais características físicas e morfológicas do diamante da região da Chapada Diamantina, incluindo granulometria, padrão morfológico, estruturas de superfície e cor macroscópica. Os dados aqui apresentados estão baseados nos lotes de diamantes que tivemos a possibilidade de manipular durante os trabalhos de campo que efetuamos na região.

Tendo em vista que as atividades garimpeiras da área de estudo reduziram-se significativamente no decorrer dos últimos anos, pelos motivos já explicado nos capítulos anteriores, o número de diamantes manipulados foi aquém daquele que gostaríamos de ter usado. Mesmo os lotes aos quais tivemos acesso, resultaram da colaboração de comerciantes antigos que ainda residem na região da Chapada, os quais colocaram materiais remanescentes à nossa disposição. Apesar de não contarmos com um número de amostras equivalentes às aquelas usadas por autores do exterior (Harris *et al.*, 1975, 1979, 1983), os resultados obtidos nesse trabalho são representativos do diamante lavrado na região. Os dados apresentados a seguir estão baseados principalmente em um lote contendo 153 cristais de formas, dimensões e cores variadas, que constitui a coleção particular do Sr. Oswaldo S. Pereira,

comerciante antigo residente na cidade de Lençóis, e de um lote adicional contendo 27 pedras adquiridas no local.

5.3.1 GRANULOMETRIA

As primeira informações referentes à granulometria de diamantes foram apresentadas por Harris *et al.*, (1975, 1979) estudando lotes constituídos por vários milhares de indivíduos representativos de vários kimberlitos da África do Sul. Segundo esses autores, existem algumas diferenças no padrão físico e morfológico do diamante de kimberlitos individuais mas de um modo geral, existe uma certa similaridade em escala regional entre as minas da África do Sul. McCallum *et al.* (1979), apresentou resultados semelhantes a respeito de diamantes de kimberlitos do distrito de Colorado-Wyoming onde foram notadas variações morfológicas entre populações granulométricas distintas. A curva de variação granulométrica desses diamantes está mostrada na Figura 25 comparada com diagramas referentes à algumas localidades brasileiras incluindo Romaria, MG (Svisero *et al.*, 1980), Tibagi, PR (Chierigati, 1989) e Serra do Espinhaço, MG (Chaves, 1997).

A análise granulométrica do diamante da Chapada Diamantina está baseada em um lote de 180 cristais, os quais foram classificados segundo a bateria de crivos do sistema ANTWERP que é o padrão usado correntemente no comércio do diamante bruto. As constantes referentes ao diâmetro do crivo e número de pedras por abertura estão apresentadas na Tabela 5, extraída do Boletim de Preços (1983), editado pelo Departamento Nacional da Produção Mineral.

O padrão granulométrico do lote estudado nesse trabalho está apresentado na Figura 26. O diagrama ressalta a ausência de pedras grandes, uma vez que a maior parte das amostras estão situadas nos intervalos granulométricos abaixo do crivo 12. Na realidade, é fato bem conhecido que a região da Chapada nunca foi uma área conhecida pela produção de grandes diamantes, ou seja, pedras com dezenas ou até

Figura 25 - Curvas granulométricas representativas de diamantes do Distrito de Colorado-Wyoming, Estados Unidos (McCullem *et al.*, 1979), mina de Romaria, MG (Svisero *et al.*, 1980), Tibagi, PR (Chieregati, 1989) e Serra do Espinhaço (Chaves, 1997).

Tabela 5 - Constantes dos crivos usados na classificação granulométrica do diamante pelo sistema "ANTWERP". Modificado do Boletim de Preços do DNPM (1983).

Número do crivo	Número aproximado de pedras por quilate	Diâmetro do furo (mm)	Número do crivo	Número aproximado de pedras por quilate	Diâmetro do furo (mm)
0	200	1,10	10,5	17	2,60
1	175	1,15	11	16	2,70
1,5	150	1,20	11,5	15	2,80
2	125	1,25	12	12/13	2,90
2,5	110/115	1,30	12,5	11	3,00
3	91/100	1,35	13	9/10	3,10
3,5	81/90	1,40	13,5	8,5	3,20
4	71/80	1,45	14	8	3,30
4,5	61/70	1,50	14,5	7/7,5	3,40
5	51/60	1,55	15	6,5	3,50
5,5	49/50	1,60	15,5	6	3,60
6	46/48	1,70	16	5,5	3,70
6,5	36/45	1,80	16,5	5/5,25	3,80
7	34/35	1,90	17	4,75	3,90
7,5	31/33	2,00	17,5	4,5	4,00
8	26/30	2,10	18	4,25	4,10
8,5	23/25	2,20	18,5	4	4,20
9	21/22	2,30	19	3,7	4,30
9,5	19/20	2,40	19,5	3,33	4,40
10	18	2,50	20	1/3	4,50

Figura 26 - Padrão granulométrico do diamante da região da Chapada Diamantina baseado em dois lotes num total de 180 cristais. Os valores dos crivos estão reunidos da Tabela 5.

mesmo centenas de quilates, tal como ocorre na região de Coromandel, MG (Svisero, 1995; Reis, 1959). Apesar do lote estudado não ser representativo de uma população de um local específico, por ter sido reunido aleatoriamente através do tempo pelo proprietário, mesmo assim ele revela a tendência das características do diamante em escala regional. Desse modo pode-se admitir de forma aproximada que a curva granulométrica tenha uma posição mediana situada em torno do intervalo correspondente ao crivo 8. A assimetria do diagrama pode ser interpretada considerando que o segmento esquerdo correspondente à granulometria menor é mais frequente; e que o segmento à direita correspondente às pedras maiores é pouco representativo uma vez que essas são raras na região.

Comparando a curva da região da Chapada Diamantina (Figura 26) com os exemplos de outras localidades (Figura 25), observa-se que existem aspectos particulares em cada local, mas vistos em conjunto, os diagramas exibem similaridades corroborando as conclusões de Harris *et al.* (1975, 1979, 1983) a respeito das minas diamantíferas sul africanas.

5.3.2 MORFOLOGIA

Estudos mineralógicos realizados nos últimos anos têm demonstrado que o diamante apresenta características particulares quando se considera kimberlitos diferentes (Harris *et al.*, 1975, 1979, 1983), ou então, localidades de garimpos distintas umas das outras (Chierigati, 1989; Svisero & Chierigati, 1991; Chaves, 1997). Procedimentos semelhantes foram adotados em relação ao diamante da Chapada Diamantina, objeto de estudo dessa Dissertação.

O dados referentes à morfologia do diamante da região da Chapada Diamantina, estão baseados na descrição de dois lotes obtidos no local, constituídos de 180 cristais. Não foi possível ampliar a amostragem pelas razões já discutidas nos capítulos anteriores.

A Fotografia 17 exhibe a coleção particular do Sr. Oswaldo S. Pereira, ex-garimpeiro e comerciante antigo ainda residente na cidade de Lençóis. O lote em questão, constituído por 153 cristais, foi reunido, segundo informações do proprietário, durante um período de aproximadamente 50 anos. Nessas condições, o referido lote pode ser tomado como representativo do diamante da área. Como se pode verificar pela Fotografia 17 o lote é constituído em sua maior parte por cristais de hábito rombododecaédrico, caracterizados por faces e arestas com grau de curvatura variável. Destacam-se também cristais de hábito cúbico bem visíveis na quarta linha de cima para baixo, bem como a variedade policristalina ballas na última linha inferior. Cristais octaédricos como o exemplar situado na sexta linha (quarto pedra da esquerda para direita) são raros. Um segundo lote constituído de 27 exemplares permitiu completar os estudos morfológicos desses diamantes.

A classificação dos tipos morfológicos nos dois lotes mencionados, foi realizada seguindo-se os critérios adotados por Svisero (1971), Harris *et al.* (1975, 1979), McCallum *et al.* (1979) e Svisero *et al.* (1980). Segundo Svisero (1971), o diamante cristaliza-se na classe holoédrica do sistema cúbico com grau de simetria $m\bar{3}m$. Assim sendo, as formas cristalinas possíveis de serem exibidas pelo diamante são cubo, rombododecaedro, octaedro, cubo piramidado, trioctaedro, icositetraedro e hexaoctaedro, além de combinações entre essas formas. A forma de crescimento inicial é o octaedro, que por dissolução origina cristais de faces abauladas e hábitos rombododecaédricos e/ou hábitos intermediários entre o octaedro e o rombododecaedro (Orlov, 1966; Leite, 1969; Svisero, 1969; Moore & Lang, 1974; Orlov, 1977; Sunagawa, 1984). McCallum *et al.* (1979), em adição ao octaedro, considerou também como forma primária de crescimento, cristais geminados. Cristais desproporcionados de hábito supostamente "hexatetraédrico", foram interpretados por Svisero (1971) como provenientes de cubos que sofreram dissolução.

Levando em conta os critérios acima discutidos, os 180 cristais constituintes do dois lotes estudados, foram examinados um por um sob lupa binocular e classificados segundo os tipos morfológicos adotados na classificação de Svisero *et*.

Fotografia 17 - Coleção de diamantes do Sr.Oswaldo S. Pereira, garimpeiro antigo da região de Lençóis, BA, acondicionada em um mostruário de pedra sabão. Entre as várias formas observadas, destacam-se cristais cúbicos na quarta linha de cima para baixo e ballas na última linha inferior. Os demais cristais incluem rombododecaedros em sua maior parte, além de geminados de contato (sexto cristal da esquerda para direita na terceira linha) e alguns octaedros (quarto cristal na sexta linha da esquerda para direita).

al. (1980), a qual contém modificações no sistema usado por Harris (1975, 1979, 1983).

A Figura 27 mostra a distribuição dos e a frequência dos tipos morfológicos identificados nos dois lotes, onde predomina de forma destacada os cristais rombododecaédricos, seguidos pelos irregulares, e em terceiro lugar pela variedade policristalina ballas. Ocorrem ainda subordinadamente fragmentos de clivagem, carbonados, agregados cristalinos, geminados de contato, octaedros, octarombododecaedros, além de formas combinadas entre cubo, octaedro e rombododecaedro. De um modo geral, o predomínio da forma rombododecaédrica concorda com o padrão observado na região do Triângulo Mineiro (Leite, 1969), Alto Araguaia, MT (Svisero, 1971), Romaria, MG (Svisero & Haralyi, 1985) Tibagi, PR (Chierigati, 1989), Serra do Espinhaço (Chaves, 1997) e Paranatinga/Poxoréo, MT (Zorliger *et al.*, 1997).

Esses resultados concordam também com as observações de Harris *et al.* (1975, 1979, 1983) relativas a diamantes de vários kimberlitos da África do Sul. Contudo, merece destaque algumas características particulares de cada kimberlito. Assim sendo, diamantes do corpo Zwartuggens são caracterizados pelo o predomínio de formas cúbicas e pela baixa proporção de maclas; os do kimberlito Letseng-le-terai pela raridade do octaedro e ausência de pedras zonadas (encapadas); enquanto, os do kimberlito Ebenhaezer pelos cristais cubo-octaédricos de grande porte. Trabalho semelhante realizada por McCallum *et al.* (1989) mostrou que diamantes de kimberlitos do distrito de Colorado-Wyoming possuem duas características distintas: a) nos microdiamantes (pedras menores de 1.0 mm) predominam octaedros, agregados cristalinos, maclas e cristais transicionais entre octaedro e rombododecaedro; b) em cristais maiores que 1.0 mm as formas predominantes são o octaedro e o rombododecaedro. Com relação ao diamante de lamproitos da Austrália, Hall & Smith (1984), mostraram que em Ellendale predominam pedras irregulares (40%), seguidas de rombododecaedros curvos (37,5%), maclas (20%), com octaedros e agregados cristalinos completando o restante. No corpo de Argyle as pedras irregulares

Figura 27 - Distribuição das categorias morfológicas do diamante da região da Chapada Diamantina, baseada em dois lotes, totalizando 180 cristais.

constituem 60%, as maclas e os agregados cristalinos de 20 a 30%, os octaedros e os rombododecaedros até 5%, e o restante por tipos não definidos.

5.3.3 ESTRUTURAS DE SUPERFÍCIE

O desenvolvimento das questões relacionadas à morfologia do diamante está baseado no conhecimento das microestruturas formadas naturalmente sobre as faces desse mineral. O padrão morfológico de cada tipo de estrutura depende diretamente da simetria particular do plano onde essa estrutura se desenvolveu. As primeiras observações são devidas a Fersman & Goldschmidt (1911), Sutton (1928) e Williams (1932). A partir dos anos 50 Tolansky (1955) desenvolveu uma linha de pesquisa voltada exclusivamente para essa temática envolvendo um grande número de pesquisadores. O referido autor desenvolveu técnicas interferométricas que permitiram caracterizar com grande precisão os diversos tipos de microestruturas do diamante. Tolansky (1955), em seus diversos trabalhos defendeu sempre que a origem dessas microestruturas estaria relacionada ao crescimento cristalino do diamante, em oposição a outros autores (Orlov, 1966; Moore & Lang, 1974; Orlov, 1977) que relacionavam a origem dessas estruturas a fenômenos de dissolução natural. Nos últimos anos ficou comprovado que tanto o abaulamento dos diamantes quanto as microestruturas presentes em suas faces são resultantes dos fenômenos de dissolução (Leite, 1969; Svisero, 1971; Sunagawa, 1984).

No decorrer desse trabalho foram selecionados alguns cristais contendo estruturas bem desenvolvidas na superfície, os quais foram submetidos à observações detalhadas no microscópio petrográfico. A Fotomicrografia 1 mostra um conjunto de trógonos de dimensões variadas sobre uma face octaédrica, incluindo trógonos do tipo P (pyramidal) e F (flattened). Observa-se ainda nessa fotografia que os trógonos possuem orientação negativa em relação à face octaédrica subjacente, o que é uma

Fotomicrografia 1 - Trígonos do tipo piramidal (P) e truncada (F) ressaltando a orientação negativa e relação à face octaédrica do diamante. Aumento 200 x.

Fotomicrografia 2 - Trígonos em estágios variados de formação sobre uma face octaédrica. Aumento 100 x.

Fotomicrografia 3 - Degraus característicos de superfícies (110) abauladas em estágios iniciais de dissolução. Aumento 200 x.

Fotomicrografia 4 - Superfícies (110) abauladas em estágio avançado de dissolução onde os degraus se transformam em colinas isoladas. Aumento 100 x.

das características desse tipo de microestrutura. A Fotomicrografia 2 exibe uma trígono do tipo F perfeita ao lado de uma outra em fase de desenvolvimento.

As Fotomicrografia 3 e 4 exibem estruturas características das superfícies (110) presentes nos rombododecaedros de faces curvas. A primeira delas mostra uma superposição de degraus de contornos abaulados, resultantes da dissolução dos planos originais de crescimento. Essa é a mais comum e típica estrutura observada em cristais com grau de curvatura variável. A Fotomicrografia 4 por sua vez, mostra os degraus porém já em um estágio mais avançado da dissolução, onde esse processo termina por isolar alguns degraus dando origem a estruturas conhecidas como colinas (hillocks).

5.3.4 COR MACROSCÓPICA

A cor é uma das mais importantes propriedades físicas do diamante e desempenha um papel extremamente importante na classificação comercial deste mineral. Harris, (1987) discutiu detalhadamente os fatores que influem na cor do diamante mostrando que o nitrogênio e o boro são os dois principais agentes responsável pela cor dessa substância. O nitrogênio constitui a principal impureza química presente no diamante podendo alcançar teores de até 0,55%. A variação de teor e a forma como esse elemento se distribui na rede cristalina controla as variações das cores amarelo e castanho, as duas mais frequentes nos diamantes. O boro também é outra impureza substitucional e a sua presença é responsável pela cor azul, encontrada em alguns diamantes raros.

Harris *et al.* (1975, 1979, 1983), realizaram estudos sistemáticos com lotes de diamantes representativos dos principais kimberlitos da África do Sul, nos quais foram investigados as variações de tamanho, morfologia cristalina, cor, inclusões minerais, fluorescência, entre outras propriedades físicas. Esses autores concluíram que de um modo geral as cores principais presentes nesses diamantes são incolor, amarelo e

castanho. Trabalhos semelhantes realizados por McCallum *et al.* (1979), mostraram que em diamantes de kimberlitos do distrito de Colorado-Wyoming, predominam também as cores incolor, amarelo e castanho, tal como no sul da África. Estudos realizados nos lamproítos da Austrália (Hall & Smith, 1984) mostraram que também nesse local predominam os diamantes amarelos, castanhos e incolores. Segundo esses autores, de um modo geral, os diamantes de lamproítos são semelhantes ao de kimberlitos. Resultados semelhantes foram observados no Triângulo Mineiro (Leite, 1969), Alto Araguaia (Svisero, 1971), Romaria (Svisero *et al.*, 1981), Tibagi (Chierigati, 1989), Diamantina, MG (Chaves, 1997) e Paranatinga-Poxoréu (Zolinger *et al.*, 1997)

O exame dos dois lotes constituídos de 180 cristais provenientes da Chapada Diamantina, mostrou um predomínio de cristais incolores em relação às outras cores identificadas, destacando-se por ordem de frequência castanho, cinza, amarelo, rosa, preto e verde (Figura 28).

No decorrer desses trabalhos tivemos acesso a uma outra coleção do Sr, Oswaldo S. Pereira, constituída por cristais representativos das cores observadas na Chapada Diamantina durante o exercício de suas atividades garimpeiras. Trata-se portanto de um acervo extremamente importante, e talvez único, que mostra a presença de uma grande variedade de cores entre os diamantes daquela região. A referida coleção está mostrada na Fotografia 18 onde estão presentes cristais brutos e lapidados, de cores variáveis incluindo entre outras, amarelo, verde, rosa, azul, vermelho e castanho.

O valor do diamante gemológico depende de quatro fatores: cor (color), pureza (clarity), peso em quilates (carat) e lapidação (cutting), constituindo o fator 4Cs de avaliação de uma pedra. O comércio atual tem valorizado nos últimos anos os diamantes coloridos, que são conhecidos sob a denominação de fantasia (fancy). A presença de cor forte em um diamante eleva substancialmente o preço da pedra conforme informações registradas por Kane (1987) o qual se referiu a um diamante roxo de 0,95 ct e lapidação brilhante, vendido por US\$ 880.000 mil de dólares pela

Figura 28 -Histograma mostrando a distribuição da cor macroscópica entre os diamante estudados da região da Chapada Diamantina (180 cristais).

Fotografia 18 - Lote de diamantes da coleção do Sr. Oswaldo S. Pereira, garimpeiro antigo da Chapada Diamantina, Bahia. O lote inclui três diamantes brutos sendo o primeiro um rombododecaedro situado no vértice superior do triângulo da montagem, um geminado de contato (chapéu de frade) situado no meio do triângulo, e um rombododecaedro de faces marcadamente abauladas na base inferior do triângulo. Completando o lote, temos um conjunto de diamantes talhados segundo a lapidação brilhante, com exceção do exemplar situado na ponta superior da montagem, lapidado em forma de coração. O lote é representativo das cores notadas na região da Chapada Diamantina, entre as quais estão presentes cristais de coloração amarelo, verde, rosa, azul, vermelho e castanho.

Christie's de Nova York. Outras pedras famosas foram encontradas na região noroeste da Austrália que se tornou nos últimos anos um produtor importante de pedras coloridas, especialmente de cor vermelha. No Brasil, a região de Coromandel continua sendo um importante centro produtor de pedras coloridas, especialmente as de tonalidade rosa. Conforme informação do Professor Darcy P. Svisero, em agosto de 1996, um diamante rosa de 7,0 ct alcançou o preço de 650 mil dólares; em setembro de 1998 foi encontrado um diamante vermelho de 19,0 ct nas proximidades de Coromandel cujo o valor, segundo informações locais alcançou a marca de vinte milhões de dólares. Observa-se portanto que a coleção do Sr. Oswaldo Pereira constitui o único documento que prova a ocorrência de diamantes coloridos na Chapada Diamantina, cuja eventual mineração nos dias de hoje poderia garantir uma importante fonte de renda para essa região do país.

6. CARBONADOS DA CHAPADA DIAMANTINA

Como já foi informado no capítulo introdutório, o carbonado foi descoberto no Brasil em 1843 nos placers diamantíferos do Rio São José, Distrito do Sincorá, hoje Contendas do Sincorá.

Durante um século aproximadamente o Brasil manteve-se como o maior fornecedor desse material suprimindo o mercado mundial. Infelizmente com o advento dos processos de síntese do diamante, voltados especialmente para a produção de diamante industrial, a utilização do carbonado foi decrescendo paulatinamente fato que provocou um declínio na garimpagem desse bem mineral.

Devido a exploração do carbonado na Chapada Diamantina ter sido feita quase que exclusivamente pelo método de garimpagem, restaram poucas informações a respeito do potencial e da produção desse bem mineral. Merece destaque o período de 1929 a 1931, época do funcionamento da Companhia Brasileira de Exploração Diamantífera quando foi registrada uma produção de 4.019 quilates de carbonados (Leonardos, 1959; Souto *et al.*, 1979); bem como o período de 1940 a 1950 quando foram contabilizados 194 mil quilates pela Delegacia Fiscal do Tesouro Nacional (Souto *et al.*, 1979). Deve ser levado em conta também, o volume produzido sem registro adequado e sem o conhecimento dos órgãos oficiais, prática que continua até os dias de hoje na garimpagem de materiais de pequeno volume e alto valor comercial, como é o caso do diamante. Outro aspecto, também prejudicado pela deficiência de informações, refere-se ao tamanho do carbonado, dado esse importante na relação custo/recuperação para o dimensionamento de uma planta de beneficiamento do mineral e uma avaliação mais precisa do potencial da região.

O carbonado é um tipo de diamante policristalino, sendo constituído por um agregado aleatório de microcristais de diamantes com dimensões micrométricas. Trata-se de um material maciço, de textura porosa ou granular que por vezes lembra materiais de natureza cerâmica (Kaminskiy, 1994). Com relação à composição química, da mesma forma que o diamante monocristalino, os carbonados são

constituídos por 99,5% de carbono, contendo em adição impurezas de nitrogênio, elementos do grupo das terras raras e gases nobres (Ozima *et al.*, 1991; Shibata *et al.*, 1993; Kagi *et al.*, 1994).

A coloração em geral é escura variando entre as tonalidades do preto, cinza e castanho; a forma dos grãos é variada exibindo um certo padrão geométrico externo. Os fragmentos pequenos mostram contornos irregulares, por vezes sinuosos, e devem corresponder a fragmentos provenientes de cristais maiores. Alguns grãos compactos de textura maciça possuem arestas irregulares sugerindo tratar-se de amostras cujo crescimento cristalino daqueles irregulares e porosos. As dimensões também são variáveis cobrindo um intervalo que vai desde frações de milímetro até indivíduos com vários centímetros (Fettke & Sturges, 1933; Jaynes, 1978; Sunagawa, 1984).

As características descritas acima estão bem evidenciadas nas Fotografias 19, 20, 21, as quais exibem diamantes policristalinos variados procedentes da Chapada Diamantina, BA. Na Fotografia 19 estão reunidos os exemplares pertencentes a coleção do Sr. Oswaldo S. Pereira e na Fotografia 20 a coleção do Professor Darcy P. Svisero, ambas manuseadas no decorrer do presente trabalho. Por fim a Fotografia 21 reúne a maior parte dos exemplares adquiridos pelo autor no decorrer de suas viagens na área. A Tabela 6 mostra as principais informações referentes à procedência geográfica, dimensões e pesos desses espécimes. Como se pode verificar, existem grandes similaridades entre os materiais das três coleções, no que se refere aos aspectos macroscópicos principais, ou seja, grãos maiores subédricos, ocorrendo subordinadamente exemplares irregulares. A textura varia entre maciça a granular ou porosa; sendo as cores geralmente escuras, entre as quais se destacam as tonalidades do preto, cinza e castanho. As dimensões por sua vez variam desde alguns milímetros até exemplares de tamanhos centimétricos. Apresenta-se a seguir informações complementares sobre cada um dos principais aspectos físicos desses materiais.

Fotografia 19 - Coleção de carbonados da Chapada Diamantina de propriedade do Sr. Oswaldo S. Pereira.

Fotografia 20 - Coleção de carbonados da Chapada Diamantina de propriedade do Professor Darcy Pedro Svisero.

Fotografia 21 - Lote de carbonados de formas, dimensões e cores variadas, procedentes de garimpos da Chapada Diamantina, reunidos no decorrer desse trabalho.

Tabela 6 - Relação das amostras de carbonados reunidos no decorrer desse trabalho, acompanhada das informações relativas à localização, dimensões e peso.

Amostra nº	Localização	Dimensão (mm)	Peso (g)	Peso (ct=g/0,2)
AMP-1	Palmeiras	11,2x8,7x6,9	1.1368	5.6840
AMP-2	Palmeiras	12,9x11,3x6,9	1.5949	7.9745
AMP-3	Palmeiras	MEV	1.4417	7.2085
AMP-4	Palmeiras	MEV	1.1271	5.6355
AMP-5	Palmeiras	9,8x8,2x7,8	1.2226	6.1130
AMP-6	Palmeiras	13,8x8,4x5,7	1.1653	5.8265
AMP-7	Palmeiras	MEV	0.9089	4.5445
AMP-8	Palmeiras	10,8x8,9x6,6	0.8644	4.3220
AMP-9	Palmeiras	dens	0.2644	1.3220
AMP-10	Palmeiras	MEV	0.2864	1.4320
AMP-11	Palmeiras	dens	0.3309	1.6545
AMP-12	Palmeiras	quebrada	0.2936	1.4680
AMP-13	Palmeiras	dens	0.2178	1.0890
AMP-14	Palmeiras	4,9x4,6x4,5	0.2098	1.0490
AMP-15	Palmeiras	MEV	0.1263	0.6315
AMP-16	Palmeiras	MEV	0.1499	0.7495
AMP-17	Palmeiras	dens	0.1913	0.9565
AMP-18	Palmeiras	dens	0.1644	0.8220
AMP-19	Palmeiras	dens	0.1028	0.5140
AMP-20	Palmeiras	MEV	0.0840	0.4200
AMA-1	Andaraí	15,5x9,4x8,3	1.3206	6.6030
AMA-2	Andaraí	RX	0.2680	1.3400
AMA-3	Andaraí	MEV	0.1595	0.7975
AMA-4	Andaraí	2,5x2,2x2,0	0.0315	0.1575
AML-1	Lençóis	9,9x7,4x5,0	0.6352	3.1760
AML-2	Lençóis	12,8x9,7x8,9	0.2193	1.0965
AML-3	Lençóis	12,2x10,4x6,4	1.9172	9.5860
AMS	Andaraí	RX	1.6023	8.0115

Continuação

AMB-1	Boninal	8,3x5,9x4,6	0.3520	1.7600
AMB-2	Boninal	6,0x5,3x3,5	0.1668	0.8340
AMM-1	Lençóis	16,2x9,2x6,1	1.2065	6.0325
AMM-2	Lençóis	6,0x5,5x3,5	0.3035	1.5175
AMM-3	Lençóis	7,4x5,4x4,5	0.3557	1.7785
AMM-4	Lençóis	7,3x6,8x4,7	0.4236	2.1180
AMM-5	Lençóis	7,6x5,5x3,8	0.2580	1.2900
AMM-6	Lençóis	7,4x5,0x4,3	0.2761	1.3805
AMM-7	Lençóis	5,5x4,9x2,9	0.1343	0.6715
AMM-8	Lençóis	4,4x4,2x3,4	0.1274	0.6370
AMM-9	Lençóis	RX	0.1376	0.6880
AMM-10	Lençóis	5,0x4,4x2,5	0.1058	0.5290
AMM-11	Lençóis	5,3x2,9x2,8	0.1041	0.5205
AMM-12	Lençóis	4,2x4,0x3,5	0.0851	0.4255
AMM-13	Lençóis	5,3x3,5x3,0	0.1161	0.5805
AMM-14	Lençóis	MEV	0.1031	0.5155
AMM-15	Lençóis	4,2x2,9x2,9	0.0842	0.4210
AMM-16	Lençóis	2,4x2,4x1,6	0.0254	0.1270
AMC	Campo S. João	10,6x10,4x9,8	1.9939	9.9695
AMD-1	Lençóis	5,9x3,3x2,8	0.0990	0.4950
AMD-2	Lençóis	RX	0.672	3.3600
AMD-3	Lençóis	4,0x2,9x2,7	0.0731	0.3655
AMD-4	Lençóis	RX	0.084	0.4200

Observação: A tabela só inclui amostras acima de 50 ct. As amostras particularizadas se referem a: RX- raios X; MEV- microscopia eletrônica de varredura; dens -densidade; queb- quebrada.

Amostras AMP-1 a AMP-20 - Palmeiras, margens do Rio Preto.

Amostras AMA-1 a AMA-4 - Andaraí, Rio Paraguaçu, prop. Sr. Carlos Monteiro.

Amostras AML-1 e AML-2 - Lençóis, MD do Rio S. José com Corr. Cachorrinho, cata cachorrinho, prop. Luís Sena.

Amostra AML-3 - Lençóis, MD do Rio S. José, cata Piranhas, prop. Dr. Romeu.

Amostra AMS - Andaraí, originário de garimpo de serra, prop. Carlos Monteiro.

Amostras AMB-1 e AMB-2 - Boninal, local denominado Picos, prop. Assis.

Amostras AMM-1 a AMM-16 - Lençóis, MD do Rio S. José com o Cór. Capivara, cata mosquito, prop. Betão.(41°22'39"/12°37'21")

Amostra AMC - Originária de Campo do S. João, localidade próxima ao morro do Pai Inácio.

Amostras AMD-1 a AMD-4 - Lençóis, MD do rio S. José com o Cór. Capivara, prop. Luís Sena.

Amostra Ballas - Lençóis, MD do Rio S. José com o Cór. Capivara, cata mosquito prop. Betão

6.1 DIMENSÕES

Apesar da importância dessa propriedade para uma caracterização detalhada do carbonado, poucas são as referências bibliográficas que trazem dados pertinentes às dimensões dos carbonados. Alguns autores trazem dados referentes ao peso, mas a maior parte dos trabalhos omitem esse tipo de informação. Nesse sentido o trabalho de Trueb & Buttermann (1969), constitui uma exceção; nele os referidos autores descrevem carbonados originários de região do Morro do Chapéu, BA, cujas dimensões variam de 3 a 5 mm no eixo maior, correspondendo a pesos inferiores a 0,6 quilates (1 ct = 0,2 g = 100 pontos, ou ainda 4 grãos conforme uso mais antigo).

De um modo geral os carbonados da Chapada Diamantina possuem uma grande variação quanto às suas dimensões (Reis, 1959). A literatura informa que o carbonado do Sérgio, uma pedra de 3.167 quilates encontrada no Brejo da Lama em 1905, continua sendo o maior cristal de diamante conhecido até o presente momento. A Fotografia 22 reproduz a fotografia dessa pedra apresentada por Reis (1959), na qual podem ser observados o contorno subidiomorfo onde podem ser reconstituídas as direções correspondentes à faces octaédricas, a textura porosa, e a presença de algumas marcas subcirculares (micro discos?). É importante salientar que a presença de microestruturas circulares a sub-circulares são feições comuns em diamantes naturais tendo sido descritas por Svisero (1971) em amostras do Alto Araguaia.

Svisero (1995), discutindo a distribuição regional e o significado geológico dos grandes diamantes brasileiros, apresenta uma tabela reproduzida a seguir (Tabela 7), relacionando as maiores pedras encontradas até hoje (acima de 100 ct), incluindo diamantes mono e policristalinos. Como se pode observar as maiores pedras são representadas por carbonados encontrado todos na região da Chapada Diamantina.

A Fotografia 23 mostra um lote de carbonados de grandes dimensões (acima de 50 ct), também pertencente ao Sr. Oswaldo S. Pereira, incluídos na tabela anterior de Svisero (1995). A existência desses exemplares e de outros cujas informações nos foram fornecidas pelos compradores no decorrer de nossas viagens, prova que

Fotografia 22 - O "Carbonado do Sérgio", com 3.167 ct, foi encontrado em 1905 no Brejo da Lama, município de Lençóis, BA. Reproduzido de Reis (1959).

Tabela 7 -Relação dos maiores diamantes encontrados no Brasil, por ordem de peso (ct). Extraído de Svisero (1995).

Nome	Peso em quilates	Ano em que foi encontrado	Localidade
Sérgio (carbonado)	3.167,00	1905	Brejo da Lama, Lençóis, BA
(carbonado)*	2.240,00		Lençóis, BA (comprador: João Cardoso da Silva e Irmãos Viana)
Casco de Burro (carbonado)	2.000,00	1906	Lençóis, BA
Xique-Xique (carbonado)	931,60	1940	Andaraí, BA
Abaeté (carbonado)	827,50	1935	Rio Abaeté, MG
(carbonado)*	750,00		Lençóis, BA (comprador: Carlos Sá, José Florêncio e José Veiga)
(carbonado)*	740,00	1944	Córrego das Bicas, Lençóis, BA (garimpo de José Ribeiro dos Santos, comprador: José Sena)
Presidente Vargas	726,60	1938	Rio Santo Antônio, Coromandel, MG
(carbonado)*	710,00		Lençóis, BA (comprador: César Sá & Irmãos Ltda)
(carbonado)*	679,00	1942	Lençóis, BA (garimpo de Aureliano Macêdo Araújo, comprador: Octaviano Alves)
(carbonado)*	662,00	1926	Lençóis, BA (garimpo de Aureliano Sá)
Goiás	600,00	1906	Rio Veríssimo, GO
Darcy Vargas	460,00	1939	Rio Santo Antônio do Bonito, Coromandel, MG

Continuação

Chameca I	428,00	1940	Rio Santo Inácio, Coromandel, MG
Presidente Dutra	407,68	1949	Rio Dourados, Abadia de Dourados, MG
Coromandel VI	400,65	1940	Rio Santo Inácio, Coromandel, MG
Coromandel I	400,00	1940	Rio Santo Inácio, Coromandel, MG
Diário de Minas	375,10	1941	Rio Santo Antônio, Coromandel, MG
Vitória I	375,00	1945	Rio Abaeté, MG
Tiros I	354,00	1940	Rio Abaeté, MG
Bonito I	346,00	1948	Rio Santo Antônio do Bonito, Coromandel, MG
Vitória II	328,00	1943	Rio Abaeté, MG
Patos	324,00	1937	Rio São Bento, Quintinos, MG
Santa Ana (carbonado)	319,50	1960	Rosário do Oeste, MT
Pontesinha	267,53		Rio Pontesinha, Rosário Oeste, MT
Estrela do Sul	261,38	1853	Rio Bagagem, Estrela do Sul, MG
Cruzeiro	261,00	1942	Coromandel, MG
Oswaldo I (carbonado)*	253,00		Lençóis, BA (proprietário: Sr. Oswaldo S. Pereira)
Carmo do Paraíba	245,00	1937	Rio Bebedouro, MG
Abaeté	238,00	1926	Rio Abaeté, MG
Coromandel III	228,00	1936	Santo Inácio, Coromandel, MG
Regente de Portugal	215,00	1732	Rio Abaeté, MG
João Neto de Campos	201,00	1947	Rio Paranaíba, Catalão, GO
Tiros II	198,00	1935	Rio Abaeté, Tiros, MG

Continuação

Oswaldo II (carbonado)*	185,00		Lençóis, BA (proprietário: Sr. Oswaldo S. Pereira)
Tiros III	182,00	1935	Rio Abaeté, Tiros, MG
Estrela de Minas	179,37	1910	Rio Dourados, MG
Brasília	176,00	1944	Rio Preto, Abadia dos Dourados, MG
Juscelino Kubitschek	174,50	1954	Rio Bagagem, Estrela do Sul, MG
Tiros IV	173,00		Rio Abaeté, MG
Minas Gerais	172,50	1937	Rio Santo Antônio do Bonito, Coromandel, MG
Princesa do Carmo de Paranaíba	165,00	1986	Rio São Bento, Carmo do Paranaíba, MG
Coromandel V	141,00	1953	Coromandel, MG
(diamante)	140,00	1937	Rio Abaeté, MG
Nova Estrela do Sul	140,00	1937	Rio Abaeté, MG
(diamante)	139,50	1797	Rio Abaeté, MG
Oswaldo III (carbonado)*	135,00		Lençóis, BA (proprietário: Sr. Oswaldo S. Pereira)
Charmeca III	132,00	1972	Rio Santo Antônio, Coromandel, MG
(diamante)	129,00	1958	Rio Santo Inácio, MG
(diamante)	122,50	1792	Rio Abaeté, MG
Dresden Branco	120,58	1857	Rio Bagagem, Estrela do Sul, MG
Rosa do Abaeté	118,00	1929	Rio Bagagem
Cruzeiro do Sul	118,00	1929	Rio Bagagem, Estrela do Sul, MG
(diamante)	114,00	1942	Rio Santo Inácio, MG
Pau de Óleo (carbonado)	113,00	1932	Andaraí, BA

Continuação

Vargem I	110,00	1940	Rio Santo Inácio, Coromandel, MG
Jalmeida	109,50	1924	Tesouro, MT
Governador Valadares	108,30	1940	Rio Bagagem, Estrela do Sul, MG
Independência	107,00	1941	Rio Tejuco, Ituiutaba, MG
Oswaldo IV (carbonado)*	105,00		Lençóis, BA (proprietário: Sr. Oswaldo S. Pereira)
Abadia dos Dourados	104,00		Rio Dourados, Abadia dos Dourados, MG
Imperatriz Eugênia	100,00		Diamantina, MG
(diamante)	87,50	1866	Chapada Diamantina, BA
Oswaldo V (carbonado)*	85,00		Lençóis, BA (proprietário: Sr. Oswaldo S. Pereira)
Princesa Estrela do Sul	82,25	1977	Rio Bagagem, Estrela do Sul, MG
Rosa do Abaeté	80,30	1935	Rio Abaeté, MG
Gino (carbonado)*	62,00	20.05.1999	Gamela, MG
Xique-Xique (carbonado)	57,00	1935	Igatu (Xique-Xique do Andaraí), BA
(diamante)	55,00	1935	Baliza do Araguaia, GO
Paulo de Fontrein	50,00	1936	Mina Boa Vista, Diamantina, MG

* Amostras introduzidas no decorrer desse trabalho.

Nota: Alguns carbonados reportados na literatura não foram incluídas na Tabela acima por falta de dados mais completos. Assim sendo, o carbonado Moedor, encontrado em Lençóis, em 1905, não teve o seu peso determinado na época (Leonardos, 1937). Consta que a pedra era grande o suficiente para ser utilizada como moedor de temperos, daí a origem do seu nome. Além disso, a pedra ao que tudo indica, foi roubada ou perdida, fatos que impediram a aferição de seu peso verdadeiro (Reis, 1959).

Fotografia 23 - Lote de grandes carbonados da Chapada Diamantina, pertencentes ao Sr. Oswaldo S. Pereira. Nota-se um certo padrão geométrico comum a todos os exemplares.

continuam sendo encontrado grandes pedras cujo registro é desconhecido na literatura. Os exemplares exibidos nessa fotografia, não obstante as irregularidades superficiais, possuem todos um certo padrão geométrico, sendo possível discernir nos mesmos pares de direções aproximadamente paralelas entre si, sugerindo que esses materiais estiveram sujeitos a processos incipientes de cristalização. Apesar da aparente irregularidade, nota-se a existência de superfícies bem definidas e apesar da sinuosidade das arestas, existe um padrão semi-octaédrico bem evidente.

6.2 COR MACROSCÓPICA

As cores dos carbonados, variam normalmente entre as tonalidades do preto, cinza e castanho, como se pode observar na Fotografia 24. Algumas amostras exibem tonalidades avermelhadas; as quais podem ser resultantes de películas de argila vermelha aderentes no micro-relêvo. Essa situação está bem evidente no exemplar do canto direito inferior. Observa-se ainda nesse no exemplar a presença de grãos minerais preenchendo os poros superficiais. Nota-se nesses exemplares que as direções de seus contornos, ainda que irregulares, sugerem um padrão aparentemente octaédrico. De um modo geral predominam as cores preta e cinza. Outro fato observado é que os fragmentos irregulares, em geral possuem tonalidades mais claras sendo constituídos por superfícies fraturadas de brilho fosco. Já os exemplares maciços, geralmente são mais escuros (cinza e preto), e mostram um brilho sub-metálico (Fotografias 19, 20, 21 e 23). Os setores esbranquiçados vistos no exemplar B da Fotografia 24 não correspondem a impurezas aderentes no relevo, sendo resultantes de reflexões da luz na superfície.

Titkov (1998), descreve características semelhantes em carbonados de Yakutia (Rússia). Kagi (1994), descrevendo carbonados oriundos da África Central, relaciona a variação da cor à presença de carbono amorfo ou grafita, além de vários óxidos metálicos e inclusões de minerais. Trueb & Buttermann (1969), notaram também

(A)

(B)

(C)

(D)

Fotografia 24 - Carbonados de formas, cores e texturas superficiais distintas, possuindo todos um padrão morfológico semi-octaédrico, provenientes da Chapada Diamantina.

essa variação de cor nos carbonados originários da área de Morro do Chapéu e Sincorá, ambas localizadas na Chapada Diamantina, bem como em carbonados oriundos da Venezuela e da Guiana Inglesa.

6.3 DENSIDADE

Segundo dados da literatura a densidade do carbonado varia entre 3,0 a 3,45, contrastando com a do diamante monocristalino cuja densidade é 3,51 (Berman, 1965; Klein & Hurlbt, 1999). Esse fato é compreensível levando em conta que o carbonado é um agregado de pequenos cristais de diamante dispostos de forma aleatória, deixando espaços vazios, que podem ou não serem intercomunicantes. Fica evidente então que a densidade do carbonado está intimamente relacionada com a quantidade e o tamanho dos poros, e também com a presença de eventuais substâncias minerais presentes nos poros e em suas cavidades superficiais (Fotografias 25 e 26). Na realidade, a presença de argilas, fragmentos de minerais silicosos e óxidos ferruginosos foram observados na maior parte das amostras examinadas. Assim sendo o estudo detalhado das propriedades do carbonado só pode ser realizado após a limpeza cuidadosa das amostras, feita com auxílio de HCl, HNO₃ e HF para remoção dos silicatos.

Leonardos (1937), já havia notado que a variação da densidade de carbonados da Chapada Diamantina variavam no intervalo de um pouco menos de 3,00, a até valores de 3,45. Esse mesmo autor menciona ainda que os carbonados colhidos no Rio Paraguaçu, em Piranhas, município de Andaraí, tinham geralmente densidade de 3,20; carbonados de Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Paraná possuíam uma densidade média de 3,40, densidade esta igual a do carbonado Abaeté de 827,50 quilates (Tabela 7). Leonardos (*op. cit.*) cita ainda outro carbonado de 55 quilates, encontrado em Baliza do Araguaia, Goiás em 1935, no qual foi determinada uma densidade de 3,32.

Fotografia 25 - Películas de argila (Arg) de coloração castanha preenchendo poros e cavidades de um carbonado da Chapada Diamantina.

Fotografia 26 - Fragmento de quartzo (Qz) incolor preenchendo a cavidade alongada de um carbonado da Chapada Diamantina.

Kerr *et al.*, (1948) determinou uma densidade de 3,412 para um carbonado de 20,45 quilates, medindo aproximadamente 15x10x6 mm, originário de Surukun na Gran Sabana, Venezuela.

Reis (1959), estudando o carbonado Pontesinha de 267,53 ct (Tabela 7), oriundo de um riacho do mesmo nome, no Distrito de Rosário do Oeste, Mato Grosso, encontrou uma densidade de 3,48.

Trueb & Buttermann (1969), estudaram um lote de carbonados originários de Morro do Chapéu, Bahia, com dimensões variando de 3 a 5 mm no eixo maior e peso abaixo de 0,6 quilates, no qual foram obtidos os seguintes valores de densidade: 3,326; 3,355; 3,372; 3,373; 3,391 e 3,434.

Shibata *et al.* (1993), por sua vez, obteve densidade de 3,40 para um carbonado de 3,84 ct, originário da República Centro Africana, e valores de 3,40 e 3,32 para duas amostras originárias do Brasil, de 2,69 e 3,15 ct, respectivamente.

Os dados de densidade obtidos no decorrer dessa Dissertação estão apresentados na Tabela 8, juntamente com os dados da literatura discutidos anteriormente. Tais dados foram obtidos por meio de um picnômetro de alta precisão no Instituto de Física da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), seguindo os procedimentos descritos no capítulo metodológico. Foram analisados 05 amostras de carbonados com pesos variando de 0,51 a 1,65 ct, e tamanhos inferiores a 8 mm, oriundos de Palmeiras, BA.

A Tabela 8 mostra também dados de Svisero (1971) referentes a 140 amostras de diamantes monocristalinos, com pesos entre 0,2 a 0,8 ct, provenientes de Barra do Garças, Mato Grosso, cujas densidades variaram entre 3,500 a 3,530. Nesse caso, foi obtido um histograma com uma mediana de 3,515, concordando com dados obtidos com grande precisão na literatura (Williams, 1932). Esses valores foram obtidos equilibrando individualmente cada amostra em solução de Clericci diluída com água. Obtido o equilíbrio do cristal, determina-se o índice de refração da solução em um refratômetro e posteriormente, obtém-se indiretamente o valor da densidade do diamante através de um gráfico que relaciona entre si o índice e a densidade. Outra

alternativa para se obter a densidade com grande precisão consiste em fazer as medidas em um picnômetro, tal como foi feito para as cinco amostras de carbonados medidas nesse trabalho.

Como se observa pela Tabela 8, os valores obtidos no decorrer dessa Dissertação são concordantes com os valores reportados na literatura, confirmando que a densidade do carbonado varia mais que a do diamante monocristalino.

Tabela 8 - Densidades de carbonados da Chapada Diamantina obtidos no decorrer desse trabalho, comparadas com outros valores reportados na literatura, bem como com valores referentes a diamantes monocristalinos.

Amostra	Densidade	Peso (ct)	Local	Autor
AMP9	3.38	1,32	Palmeiras, Ba	Este trabalho
AMP11	3.32	1,65		
AMP13	3.22	1,09		
AMP17	3.33	0,96		
AMP19	3.45	0,51		
Abaeté	3,400	827,50	Rio Abaeté, MG	Leonardos (1937)
01 amostra	3,320	55,00	Baliza do Araguaia, MT	Leonardos (1937)
01 amostra	3,412	20,45	Sukurun, Venezuela	<i>Kerr et al.</i> , (1948)
Pontesinha	3,480	267,53	Rosário do Oeste, MT	Reis (1959)
06 amostras	3,326 3,355 3,372 3,373 3,391 3,434	< 0,6	Morro do Chapéu, BA	Trueb & Butterman (1969)
03 amostra	3,400 3,400 3,320	3,84 2,69 3,15	Rep. Centro Africana Brasil Brasil	Shibata <i>et al.</i> , (1993)
140 cristais de diamantes monocristalinos	3,500 a 3,530	0,2 a 0,8	Barra do Garças, MT	Svisero (1971)

6.4 INCLUSÕES

Do ponto de vista mineralógico as inclusões são divididas em protogenéticas, singenéticas e epigenéticas, se formadas anteriormente, simultaneamente ou posteriormente ao hospedeiro, respectivamente. Outros autores dividem as inclusões apenas em primárias, englobando as proto e as singenéticas, e em secundárias que nesse caso correspondem às epigenéticas da divisão anterior (Koivula, 1992). É pertinente ressaltar que enquanto as inclusões do diamante monocristalino constituem um tópico estudado em grande profundidade (Meyer, 1987), no caso do carbonado esse tema é ainda pouco conhecido e sujeito à controvérsias.

Kerr *et al.*, (1948), examinando carbonados originários da Venezuela, cita a presença de carbono amorfo, grafita e alguns óxidos metálicos. Trueb & Buttermann (1969), descreveram silicatos de alumínio em exemplares da região de Morro do Chapéu e Sincorá. Kaminskiy *et al.* (1985), menciona a presença de compostos orgânicos em amostras de carbonados da Rússia e do Brasil, sem contudo especificar o local de ocorrência. Shibata *et al.* (1993) e Kagi (1994), relatam a abundância de florencitas em carbonados também do Brasil. Estudando carbonados de Yakutia, Titkov *et al.*, (1998) descreveu microinclusões de anatásio, rutilo, muscovita, zircão, florencita, pentlandita, esfarelita, caolinita, goethita, Cr, Fe, Ni e Ti nativos, liga Fe-Ni e Fe-Cr, pirita, wustita, solução sólida zircão-xenotima, magnetita e cromo-espinélio. Como se pode observar, alguns dos minerais mencionados acima tais como rutilo, anatásio, zircão, florencita, muscovita, xenotima, esfalerita, magnetita, goethita e pirita, são de natureza epigenética, sem relação com as condições de formação do diamante. Outros como pentlandita, Fe nativo, liga Fe-Ni, wustita e cromo-espinélio já foram descritos anteriormente como inclusões singenéticas de origem profunda em diamantes da região norte de Mato Grosso, (Wilding *et al.*, 1991).

Observações ópticas combinadas com análises por raios X nas amostras estudadas revelaram a presença de películas de argila e fragmentos de quartzo hialino preenchendo poros e cavidades do relevo, conforme já mostrado nas Fotografias 25 e

Micrografia eletrônica 1 - Cristal romboédrico de calcita (C) no interior do poro de um carbonado.

Micrografia eletrônica 2 - Fragmentos minúsculos de rutilo (R) presos no micro-relevo de um carbonado.

(A)

(B)

Micrografias eletrônicas 3 - Inclusões epigenéticas de florencita (A) e ouro (B) presentes no micro-relevo de carbonados, e os respectivos espectros de raios X dispersivos desses minerais.

26, cristal romboédrico de calcita (Micrografia eletrônica 1), grãos minúsculos de rutilo (Micrografia eletrônica 2), além de fragmento irregular de florencita e plaqueta de ouro (Micrografia eletrônica 3), minerais esses localizados em poros e cavidades do micro-relêvo superficial.

6.5 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS

Como já foi discutido anteriormente, os carbonados são agregados granulares, maciços ou porosos, constituídos por diamantes criptocristalinos de dimensões micrométricas (Orlov, 1977; Sunagawa, 1984; Milledge *et al.*, 1998). As cores são normalmente escuras podendo ser classificadas como variantes do preto, cinza e castanho. Esses fatos somados ao aspecto irregular dos grãos dificulta o reconhecimento desse material entre os demais minerais pesados acompanhantes do diamante, que normalmente também são escuros e de brilho metálico a sub-metálico. Essa situação ocorre tanto nos concentrados de peneiras dos garimpeiros como nos produtos de lavagem de plantas mecanizadas. Talvez essa seja a explicação para a aparente raridade do carbonado fora dos garimpos da Chapada Diamantina.

A identificação inequívoca do carbonado pode ser realizada prontamente por meio de difração de raios X. No decorrer desse trabalho, todas as amostras cuja natureza era duvidosa foram submetidas a esse tipo de análise. As Figuras 29 e 30 apresentam um conjunto de difratogramas selecionados no decorrer desse trabalho relativos a carbonados das regiões de Lençóis e Andaraí. Todos os difratogramas são absolutamente semelhantes e neles estão presentes as três principais reflexões do diamante cujos valores são 2,05 Å, 1,26 Å e 1,07 Å, aproximadamente. Não existe nem uma outra reflexão de material estranho mostrando que os carbonados são puros. Esse fato mostra em princípio que as amostras não possuem inclusões frequentes de outros minerais, caso contrário essas reflexões extras estariam reveladas no difratograma. Contudo, o ponto mais importante é que os difratogramas provam que o

Figura 29 - Difratoograma de carbonados da região de Andaraí e Lençóis na Chapada Diamantina, BA, mostrando as três reflexões principais do diamante.

Figura 30 - Difrátograma de carbonados da região de Lençóis na Chapada Diamantina, BA, mostrando as três reflexões principais do diamante.

carbonado, apesar de exibir propriedades muito diferentes daquelas do diamante convencional, é também constituído de microcristais de diamante. Vale a pena notar que Gerloch (1924), em trabalho pioneiro observou também que o diagrama de pó de uma amostra de carbonado procedente do Brasil, continha reflexões correspondentes somente ao diamante. Nesse trabalho o autor ressalta a ausência de qualquer reflexão correspondente à grafita. Kerr *et al.*, (1948) por sua vez, calcularam o parâmetro da cela unitária de um carbonado obtendo um valor de 3,558 Å, valor esse praticamente idêntico ao parâmetro unitário do diamante monocristalino cujo valor é 3,559 Å.

Com relação aos aspectos estruturais do carbonado, Fettke & Sturges (1933), observaram em amostras da localidade de Piranhas (Chapada Diamantina), que os poros possuíam um diâmetro variando entre de 63 a 95 µm. Ressaltam ainda à forma octaédrica dos microcristais tal como acontece no diamante monocristalino. Trueb & Buttermann (1969), reportam dimensões inferiores a 20 µm, ressaltando a falta de orientação dos agregados, bem como a ausência de uma matriz de carbono amorfo ou sílica unindo os microcristais, presumindo que esses indivíduos cristalinos são conectados entre si por forças interatômicas como acontece nos materiais cerâmicos.

Estudos realizados no microscópio eletrônico de varredura em amostras selecionadas da Chapada Diamantina, permitiram confirmar todas as características relatadas anteriormente por outros pesquisadores. Assim sendo a Micrografia eletrônica 4 reproduz a superfície de um carbonado onde estão ressaltados de forma clara a presença de poros, bem como de algumas superfícies planas aleatórias correspondendo a setores com cristalização incipiente. A Micrografia eletrônica 5 por outro lado resalta pormenores do interior da cavidade de um carbonado onde podem ser vistos os microcristais de diamante constituintes do carbonado propriamente dito, os quais exibem padrões octaédricos variáveis. Resultados semelhantes foram observados anteriormente por Svisero (1987), estudando carbonados e ballas de garimpos situados nas imediações de Palmeiras e Lençóis, por microscopia óptica e eletrônica de varredura.

Micrografia eletrônica 4 - Textura superficial de um carbonado destacando a presença de superfícies diédricas circundadas pela massa de poros que compõe a maior parte do conjunto.

Micrografia eletrônica 5 -Por menor da superfície de um carbonado mostrando o padrão geométrico octaédricos dos microcristais de diamante.

6.6 BALLAS

Trata-se de outra variedade policristalina do diamante, comparativamente mais rara e menos estudada do que o carbonado. Orlov (1977), classificou os diamantes naturais em dez grupos distintos, onde os grupos de um a cinco correspondem à diamantes monocristalinos; o grupo seis a ballas; os grupos sete, oito e nove a borts, e o grupo dez ao carbonado. Descrevendo as principais características dos diamantes naturais, Sunagawa (1984) menciona que a variedade ballas é constituída por microcristais fibrosos de diamante, com comprimentos de 30 a 40 microns e espessura da ordem de um micron. As ballas possuem estrutura esférica bem definida e a presença de cavidades e ranhuras superficiais. Apresentam dimensões variáveis, brilho adamantino característico, e cores também variáveis predominando os tipos cinza (Fischer, 1961; Svisero, 1975).

Essas características estão bem evidenciadas nos exemplares da Chapada Diamantina, os quais foram estudados por meio de microscopia óptica e eletrônica. As Fotografias 27 e 28 mostram exemplares da região de Lençóis, semitransparente, de cor cinza esbranquiçada e vermelho escuro, respectivamente, hábitos esféricos, possuindo nas superfícies cavidades de formas e tamanhos variáveis e ranhuras sinuosas.

No decorrer desse trabalho foram examinados outros exemplares de ballas exibindo cores preto, cinza, amarelo, castanho, e vermelho escuro (Fotografias 17, 20 e 21). Merece destaque a coleção do Sr. Oswaldo S. Pereira (Fotografia 17) na qual estão incluídas 19 amostras de ballas de tamanhos e cores variadas.

A Micrografia eletrônica 6 apresenta um exemplar de ballas de hábito perfeitamente esférico, superfície rugosa, na qual podem ser vistas cavidades de formas e dimensões variáveis. A cor vermelho escuro original foi prejudicada pelas características da imagem eletrônica. A Micrografia eletrônica 7 por sua vez, exhibe para efeitos de comparação um exemplar da região de Jequitaiá, Serra do Espinhaço, MG, reproduzido de Chaves (1997). Como se pode observar pelos diferentes exemplares discutidos, as ballas apresentam uma notável similaridade morfológica entre si, possuindo como característica principal o hábito esférico bem definido. Dessa forma, as ballas diferenciam-se dos carbonados, caracterizados pela forma granular, textura e porosa, bem como pela granulometria avantajada de alguns exemplares.

Fotografia 27 - Ballas cinza clara da região de Lençóis, destacando o hábito esferoidal e a presença de cavidades e ranhuras na superfície.

Fotografia 28 - Ballas de cor vermelho escuro, procedente da região de Lençóis, destacando-se o hábito perfeitamente esférico.

Micrografia eletrônica 6 - Ballas mostrada na fotografia 28 notando-se um padrão geométrico superficial em zig-zag e a presença de um grande número de cavidades na superfície.

Micrografia eletrônica 7 - Ballas (0,32 ct) proveniente da região de Jequitai, Serra do Espinhaço, MG, destacando-se o hábito esferoidal e a presença de cavidades na superfície. Reproduzido de Chaves (1977).

7. ASPECTOS ECONÔMICOS

Apesar do pequeno número de informações existentes sobre a exploração do diamante e do carbonado na região da Chapada Diamantina, fato que pode ser estendido para a maior parte das áreas diamantíferas brasileiras, tentaremos no decorrer desse capítulo discutir alguns dos aspectos relacionados à economia mineral desses dois bens minerais. Nesse sentido tentaremos reunir as informações históricas disponíveis procurando dessa forma ressaltar a verdadeira dimensão que a exploração do carbonado representou para o país, durante pouco mais de um século, aproximadamente.

7.1 HISTÓRICO

Os garimpos de diamante e carbonado atingiram o seu apogeu no final do século passado, quando as atividades estavam espalhadas por vários municípios da Chapada Diamantina (Leonardos, 1937; Abreu, 1973). Um fato que ilustra bem a magnitude e a importância econômica alcançada pelo comércio desses bens minerais está traduzido pelo consulado instalado pelo governo francês da época na cidade de Lençóis.

Esse comércio continuou ativo nas primeiras décadas do século atual, mas começou a decair à medida que as enormes jazidas de diamantes industriais do Zaire foram expandindo a produção. A síntese do diamante sintético viabilizada a partir de 1955 (Bovenkerk *et al.*, 1959), representou um fato novo no comércio do diamante industrial, pois a partir dessa data a produção e o uso desse tipo de material aumentou constantemente prejudicando a produção das jazidas naturais, incluindo o diamante propriamente dito e os seus tipos policristalinos com destaque para o carbonado. Para se ter uma idéia mais precisa, a produção de diamante sintético iniciada a partir do

final dos anos 50 atingiu um montante de 100 milhões de quilates em 1998, sendo atualmente, maior que a produção de diamante natural.

Como já foi mencionado nos capítulos iniciais o diamante foi descoberto na Chapada Diamantina em 1821 pelos naturalistas Spix e Martius. Segundo Boutan (1886 in Leonardos, 1937), o carbonado foi achado pela primeira vez no Brasil nos terraços (grupiaras) do rio São José, na Serra do Sincorá, BA. Por volta de 1863 a população das Lavras Diamantinas já havia alcançado o montante de 50 mil pessoas concentradas nas vilas então formadas de Santa Izabel (Mucugê), Lençóis, Andaraí, Xique-Xique, Barro Branco, Cravados, etc (Leonardos, 1937).

Segundo Abréu (1973), a exploração diamantífera na Chapada Diamantina alcançou o seu esplendor no período entre 1850 a 1860, quando a produção alcançou um montante de 70.000 quilates por ano. A exploração do diamante sempre foi realizada em sua maior parte, por meio de garimpos manuais. Em 1927 foi feita uma tentativa de mecanização em escala industrial que vigorou durante alguns anos, mas que acabou sendo interrompida pela crise econômica mundial do final dos anos 20.

Mais recentemente a Companhia Bahiana de Pesquisa Mineral (CBPM), realizando o Projeto Diamantes e Carbonados da Chapada Diamantina (Neto *et al.*, 1977), pesquisou aluviões diamantíferos numa área de 5,5 km², desde a confluência do Rio Paraguaçu com o Rio Santo Antônio até 9 km a jusante. Os resultados mostraram uma certa regularidade na distribuição espacial dos níveis de cascalhos, os quais revelaram espessuras em torno de 2 m pouco variáveis. Esses cascalhos foram classificados do ponto de vista granulométrico em finos, médios e grossos. Foi observado durante esses trabalhos que as principais concentrações de diamante e de carbonado estão relacionadas aos cascalhos da fração grossa.

As atividades de garimpagem na área decresceram acentuadamente nos últimos anos em toda a Chapada Diamantina. O primeiro fato determinante dessa situação foi o aumento da produção de diamante sintético, que vem sendo produzido em faixas de granulometria específicas dependendo do interesse do mercado, representando uma vantagem sobre o carbonado que para ser utilizado necessita de

moagem e classificação. Outro fato significativo tem sido o desenvolvimento agroindustrial e turístico da região que tem afastado o homem do garimpo. Porém, o fato mais contundente para a garimpagem foi a criação do Parque Nacional da Chapada Diamantina, que somado às razões anteriores, terminaram por interromper os garimpos da região.

7.2 TEOR

A primeira informação referente ao teor do diamante/carbonado da região da Chapada Diamantina foi obtida por uma empresa mista de capital nacional e americano cujas atividades tiveram início em 1927 nas margens do rio Paraguaçu. A empresa lavrou cascalhos entre 1929 a 1931, e nesse período produziu 4.019 ct de carbonados e 2.008 ct de diamantes. Durante esses trabalhos foi estimado um teor de 14 m^3 por quilate para o carbonado e 28 m^3 por quilate para o diamante monocristalino (Leonardos, 1959; Abreu, 1973).

Nos trabalhos efetuados pela Companhia Bahiana de Pesquisa Mineral, dentro do Projeto Diamantes e Carbonados da Chapada Diamantina (Neto *et al.*, 1977), foi indicada uma reserva de 457.467 quilates de diamantes/carbonados, predominando o tipo gema sobre o de natureza industrial, segundo o referido autor. Durante os trabalhos foram lavrados um volume de 24 milhões de metros cúbicos de material aluvionar, obtendo-se um teor médio de $0,019 \text{ ct/m}^3$. Convém salientar que em uma das "catas" da área pesquisada, foi detectada a presença de ouro em teores variando em torno de $0,0011 \text{ g/m}^3$. Moraes & Couto (1993), através de observações analíticas das tabelas apresentadas pela pesquisa, inferiu uma proporção de 6 para 1 entre diamante e carbonado. O mesmo autor ainda ressalta que no período de agosto a outubro de 1993, foram comercializados uma quantidade de 1.833 quilates de diamantes e carbonados extraídos nos municípios de Lençóis e Andaraí, equivalendo em valores aproximados a um milhão de dólares.

7.3 CLASSIFICAÇÃO

Leonardos (1937) em seu trabalho fundamental sobre a região da Chapada Diamantina, afirma que a classificação comercial do carbonado era baseada em suas características de dureza, tenacidade, forma, densidade, etc. Com base nesses critérios, o carbonado era classificado nas seguintes categorias: a) Extra, b) Prima (primeira), c) Secundário (segunda) e c) Fundo. Outra classificação simplificada considerava apenas os tipos Extra e Comum. Somente eram consideradas `como extras as pedras com boa forma, preferencialmente a forma de paralelepípedo; de pesos pequenos variando de 1 a 6 grãos (4 grãos = 1 ct) e, de densidade média. Os carbonados do tipo comum, variavam bastante em peso, densidade, forma e tonalidade, e via de regra apresentavam defeitos (jaças e fendas) que conforme a situação valorizavam ou desvalorizavam as pedras. Os tipos fundo, por sua vez, correspondem a carbonados porosos. O mesmo autor ainda relata algumas técnicas de beneficiamento do carbonado como a lavagem em ácido fluorídrico, ou em soda cáustica para melhorar a aparência; a queima das pedras na chama do álcool para aumentar a densidade, e o tingimento de negro das pedras acinzentadas para disfarçar a porosidade e as jaças, sendo esta última operação considerada fraudulenta.

Com relação ao diamante monocristalino, havia também uma classificação comercial particular para a região, segundo informações particulares fornecidas pelo Sr. Oswaldo S. Pereira comerciante já mencionado anteriormente. Assim sendo, o diamante era comercializado obedecendo as seguintes categorias: a) Super – pedras para lapidar, perfeitas, absolutamente puras, redondas, formadas, lisas e brancas; b) Primeira – pedras ponteadas, ligeiramente puras, incluindo pedras compridas; c) Segunda – pedras ponteadas, rugosas, de formas irregulares, com uma ou duas pontas quebradas; d) Naturas – geminados de contatos achatados (chapéu de frade) cheios, de boa forma e ligeiramente ponteadas, sem quebras; e) Pedacos - fragmentos de cristais, desprovidos de jaças (clivagens internas), inclusive os chapéus

de frade ponteados; f) Refugos – todas as pedras não incluídas nas frações acima mencionadas, podendo ser parcialmente aproveitadas ,e finalmente g) Fundos – todos os materiais imprestáveis aproveitados para moagem e uso como abrasivos.

É fato bem conhecido que a classificação comercial do diamante nos dias atuais baseia-se em critérios internacionais estabelecidos por comitês constituídos por gemólogos de renome. Destacam-se entre outros esquemas as seguintes classificações (Chaves *et al*, 1997):

- a) AGS - American Gem Society, Diamond Grading Standards (EUA);
- b) CIBJO - Confédération Internationale de la Bijouterie, Joaillerie, Orfèvrerie des Diamants, Perles et Pierres (Áustria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Finlândia, França, Grã Bretanha, Itália, Japão, Holanda, Noruega, Espanha, Suécia, Suíça, EUA, Alemanha);
- c) DGMG - Deutsche Gemmologische Gesellschaft (Alemanha);
- d) GIA - Gemological Institute of American (EUA);
- e) HRD - Hoge Raad voor Diamant (Bélgica);
- f) SCAN D.N. - Scandinavian Diamond Nomenclature and Grading Standards (Suécia, Noruega, Dinamarca e Finlândia);
- g) ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Classificação que em linhas gerais segue as recomendações das escalas internacionais.
- h) DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral. Da mesma forma que a anterior, esta classificação que era publicada regularmente no Boletim de Preços editado por esse órgão, seguia as recomendações das escalas internacionais. Uma discussão pormenorizada dos critérios usados na elaboração dessas escalas bem como o seu uso no comércio, transcendem os objetivos desse trabalho.

Como já foi mencionado nos capítulos anteriores, uma parte das informações apresentadas nesse trabalho tais como granulometria, morfologia cristalina e cor entre outras, foram obtidas a partir do exame de dois lotes de diamante perfazendo 180 cristais. A análise dos lotes permitiu também obter a relação gema/indústria que não obstante o número relativamente pequeno de cristais analisados, serve para fornecer

um valor médio para a região. Os resultados obtidos estão ilustrados na Figura 31 onde se pode observar uma relação de 58% de diamante gemológico para 32% de diamante industrial. Esses dados concordam com informações prestadas pelos comerciantes da região.

7.4 VALOR COMERCIAL

Serão apresentados nesse item informações referentes a preços de diamante e carbonado, coletadas pelo autor durante suas viagens na região da Chapada Diamantina. Esses dados foram obtidos a partir de comerciantes antigos e de pessoas ligadas ao comércio da região. Nesse sentido a Tabela 9 apresenta os preços de diamante e carbonado em vigor no dia 27 de agosto de 1930. Esses dados foram obtidos a partir de uma carta informando os valores limites desses materiais, expedida pela empresa Barretto de Araújo & Cia., Exportadores de Carbonados e Diamantes, localizada em Salvador, BA. Nota-se que os valores do carbonado eram comparativamente bem maiores do que os do diamante na época.

A Tabela 10 apresenta uma coletânea de preços de diamante reunida pelo Sr Oswaldo S. Pereira, comerciante antigo de diamantes da cidade de Lençóis, entre os meses de outubro de 1938 a abril de 1944. Apesar da sua cotação ter sido feita na moeda corrente da época (mil reis), é possível observar o aumento do valor do quilate com o decorrer dos anos. Na Tabela 11, esta também parte da documentação reunida pelo Sr. Oswaldo S. Pereira no decorrer de suas atividades, registra a cotação dos diamantes em valores expressos em dólares americanos no dia 10 de julho de 1967, conforme a classificação comercial particular da região citada no tópico anterior. Como podemos observar, pedras com peso maior e melhor qualidade possuem valores bem diferenciados das categorias inferiores.

Figura 31 - Relação gema/indústria para diamantes da Chapada Diamantina determinada a partir de um lote de 180 cristais.

Tabela 9 - Cotação (em mil réis) do diamante e carbonado em vigor em 27/08/1930.

Diamantes		Carbonados	
Fundos	3\$000	Menos de 1 grão	20\$000
Fundos bons	4\$000	1 grão	80\$000
Fazenda fina	15\$000	2 grãos	160\$000
1 grão	18\$000	3 grãos	450\$000
2 grão	25\$000	4 grãos	680\$000
3 grão	35\$000	5 grãos	760\$000
4 grão	45\$000	6 grãos	840\$000
		7 grãos	-
		8 grãos	1:000\$000

Tabela 10 - Preços do diamante referentes ao período de 1938-1944, obtidos do Sr. Oswaldo S. Pereira, Lençóis, BA, com os valores expressos em mil réis.

	Out. 38	Out. 39	Fev. 40	Mar. 40	Nov. 40	Jan. 41	Abr. 41	Jun. 41	Mai. 43	Jan. 43	Abr. 43	Mai. 43	Jul. 43	Ago. 43	Abr. 44
Fundo	24	24	60	40	40	50	150	100	160	160	200	260	140	160	160
F. fina	90	140	280	200	160	140	200	160	220	220	350	620	270	320	450
1 ct	140	160	400	280	200	260	320	240	240	320	440	650	320	350	500
2 ct	240	220	480	360	300	320	420	320	450	440	560	720	440	450	600
3 ct	280	260	520	400	360	400	500	400	580	570	700	840	540	550	700
4 ct	320	300	560	440	440	480	600	480	650	650	800	1000	650	650	850
5 ct	360	340	600	480	480	600	800	560	700	750	850	-	700	700	900
6 ct	400	380	640	520	520	620	900	580	760	800	900	1100	750	750	950
7 ct	440	420	680	560	560	640	1000	600	800	820	950	-	800	800	1000
8 ct	480	460	720	600	600	680	-	620	860	850	1000	1260	850	850	1050
9 ct	520	500	760	640	640	720	-	700	900	900	-	-	-	-	-
10 ct	600	540	800	680	680	760	-	740	-	950	-	-	-	-	-

Apesar de não existirem registros precisos sobre a produção de diamantes e carbonados, sabe-se que entre 1924 a 1928, o carbonado chegou a alcançar o preço de 1.500 dólares o quilate do tipo extra. Dados da Delegacia Fiscal do Tesouro Nacional indicam que no período de 1940-1950, foram exportados 194 mil quilates de carbonados e 306 mil quilates de diamantes (Souto *et al.*, 1979).

Durante a execução dessa Dissertação obtivemos alguns dados atualizados dos valores praticados na comercialização de diamantes bruto (*in natura*) na região. Em conversa informal com o Sr. Leandro Costa da Silva Neto, comerciante de diamantes residente na cidade de Andaraí, foram obtidos os valores expressos em dólares americanos, vigentes no mês de abril de 1999, os quais estão apresentados na Tabela 12.

Em trabalho sobre aspectos geológicos e econômicos do estado de Minas Gerais, Chaves *et al.* (1993) apresenta valores referentes ao diamante gemológico praticados no referido estado, adicionando comparações com outras unidades do país. Segundo esses autores, o diamante comercial estava cotado naquela época a U\$ 147,00/ct na Serra do Espinhaço, em U\$ 82,00/ct na Bahia, em U\$ 90,00/ct em Mato Grosso, e em U\$ 106,00/ct em Roraima.

Durante a execução do Projeto Utinga–Mucugê (1990) do DNPM/CPRM, foram identificadas na região da Chapada Diamantina, várias unidades estratigráficas com potencial de mineralização para diamante e carbonado, conforme mostrado na Tabela 13, e relacionadas na coluna estratigráfica do mapa geológico apresentado na Figura 6. Nessa tabela destaca-se a litofÁCie Pbegm da Formação Bebedouro; a litofÁCie Pmcf/e da Formação Morro do Chapéu e, todas a litofÁCies da Formação Tombador, exceto a litofÁCie Pte. Merece destaque também os aluviões recentes (Qcob) os quais são os principais alvos de garimpos potenciais na região.

Outros bens minerais arrolados nas várias formações complementam o potencial mineral da região (Tabela 13). Nesse sentido menciona-se a possibilidade de ouro nos aluviões quaternários e nas formações Bebedouro, Morro do Chapéu e Tombador; sulfetos metálicos nas formações Salitre e Caboclo; urânio na Formação

Tabela 11 - Cotação dos preços de diamantes em dólares em 10 de julho de 1967, conforme a classificação comercial particular da região da Chapada Diamantina.

	Super	Primeira	Segunda	Naturas	Pedaços	Refugos	Fundos
3 ct	350	300	150	80	100	10	10
2 ct	250	200	100	60	80	10	10
1 ct	140	110	80	40	40	10	10
$\frac{3}{4}$ ct	110	90	40	30	30	10	10
Fazenda fina (6 a 20 pontos)	90	80	20	20	20	10	10
Industria fina (< 10 pontos)	20	15	15	15	10	10	10

Tabela 12 - Preços do diamante da Chapada Diamantina vigentes em abril de 1999.

CLASSIFICAÇÃO	PREÇO abril- 1999 (1ª QUALIDADE)
01 quilate	\$270,00
70 pontos	\$90,00 a \$120,00
2 x 1	\$150,00
3 x 1	\$120,00
Fazenda fina (abaixo do crivo 12, com pesos de 6 a 20 pontos)	\$60,00
Fazenda fina de 2º	\$40,00
Chip (fragmentos, chapéu de frade)	\$60,00
Indústria	\$12,00

Tabela 13 - Levantamento do potencial do diamante e de outros bens minerais da área de Lençóis, Palmeiras, Andaraí e Mucugê, levando em conta o ambiente e as litofácies das formações presentes na área. Extraído e modificado do Projeto Utinga-Mucugê (1990), DNPM/CPRM, Salvador.

CÓDIGO	LITOFÁCIES		INTERPRETAÇÃO	ESPESSURA (m)		POTENCIAL MINERAL
	PREDOMINANTES	SUBORDINADAS				
Qcob			Aluviões recentes, coberturas residuais e / ou transportada.			Diamante, ouro. Possibilidade para diatomita.
Psaim	Daoqp – Dolarenitos oolíticos, quartzosos com estratificações planoparalelas; Daoqc – Dolarenitos oolíticos Quartzosos, com estratificação cruzada planar; Sxos – Silixitos oóidais com estromatólitos ocasionais.	Daí – Dolarenitos interclásticos; Dip – Dolarenitos com laminação planoparalela.	Dolomitização de calcários em zona de intermaré.	300	100	Alto potencial para sulfetos metálicos (principalmente Pb / Zn). Possibilidade para fosfato. Matéria prima como corretivo de solo e na indústria de cal.
Psapm	Cip – Calcilutitos com laminação planoparalela; Cap – Calcarenitos com laminação planoparalela; Csp – Calcsiltitos com laminação planoparalela.	Cl – Calcários interclásticos; Cac – Calcarenitos com laminação cruzada; La – Laminitos algais; Pl – Pelitos laminados; Mgp – Margas com laminação planoparalela	Planície de maré		200	Matéria prima como corretivo de solo; indústria de cimento e cal. Possibilidade para sulfetos metálicos e fosfato
Pbegm	Dm – Diamictitos maciços; De – Diamictitos estratificados; Pl – Pelitos laminados; Plp – Pelitos laminados com seixos pingados.	Plv – Pelitos varvíticos	Diamictitos geneticamente relacionados a fenômenos de glaciação, com características glaciomarinhas	1 - 16		Possibilidade para diamante e ouro.
Pmclt/e	Ags – Arenitos com geometria sigmoidal	Abm – Arenitos bimodais com estratificação cruzada acanalada e tabular tangencial.	Predomínio de arenitos com geometria sigmoidal de litoral; arenito eólico com bimodalidade	100		Material de construção

Qcob: Quaternário; Psapm e Psapm: Formação Salitre; Pbegm: Formação Bebedouro; Pmclt/e: Formação Morro do Chapéu. Símbolos conforme a coluna estratigráfica do mapa geológico mostrado na Figura 6.

Continuação

Pmcf/e	Abm – Arenitos bimodais com estratificação cruzada acanalada e tabular tangencial	Aca – Arenitos com estratificação cruzada acanalada; Rsm – Conglomerados suportados pela matriz	Na base, sistema fluvial de rios entrelaçados proximal; para o topo, domínio de dunas eólicas e interdunas		Possibilidade para diamante e ouro.
Pcpt	Ao – Arenitos finos retrabalhados po ondas; Ap – Arenitos com estratificação planoparalela; Pwic – Pelitos englobando wavy, linsen e níveis de chert; Pl – Pelitos laminados	Aamo – Arenitos argilosos com estratificação planoparalela e abundante marca de onda	Plataforma off-shore. Barras de areias retrabalhadas por ondas.		Possibilidades para sulfetos de metais-base.
Pcpm	Ags – Arenitos com geometria sigmoidal; Atrs – Arenitos com estratificação cruzada tabular e abundantes superfícies de reativação.	Ap – Arenitos com estratificação planoparalela; Ao – Arenitos finos retrabalhados po ondas; ib – Intrusivas básicas; Af – Arenitos fluidizados	Arenitos com geometria sigmoidal (sand-waves) de planície de maré.	60 - 80	
Ptl	Rgs – Conglomerados suportados pelo grão; Rsm – Conglomerados suportados pela matriz; Aca – Arenitos com estratificação cruzada acanalada; Act – Arenitos com estratificação cruzada tabular.	mRca – Microconglomerados com estratificação cruzada acanalada; mRct – Microconglomerados com estratificação cruzada tabular; Ale – Arenitos lamosos com seixos esparsos; Aamo – Arenitos argilosos com estratificação planoparalela e abundante marca de onda; Abgs – Arenitos bimodais com geometria sigmoidal; Abm – Arenitos bimodais com estratificação cruzada acanalada e tabular tangencial; ib – Intrusivas básicas.	Sistema de leques aluviais associados a um sistema de rios entrelaçados proximal.	200	Diamante e ouro. Possibilidade de urânio.

Pmcf/e: Formação Morro do Chapéu; Pcpt e Pcpm: Formação Caboclo; Ptl: Formação Tombador. Símbolos conforme a coluna estratigráfica do mapa geológico mostrado na Figura 6.

Continuação

Ptf	mRca – Microconglomerados com estratificação cruzada acanalada; mRct – Microconglomerados com estratificação cruzada tabular; Aca – Arenitos com estratificação cruzada acanalada; Act – Arenitos com estratificação cruzada tabular.		Sistema de rios entrelaçados proximal a mediano.		Diamante e ouro. Possibilidade de urânio.
Pte	Abm - Arenitos bimodais com estratificação cruzada acanalada e tabular tangencial; Ap – Arenitos com estratificação planoparalela.		Campo de dunas e interdunas.		Material de construção.
Ptf/e	Act – Arenitos com estratificação cruzada tabular; Aca – Arenitos com estratificação cruzada acanalada; Abm - Arenitos bimodais com estratificação cruzada acanalada e tabular tangencial; Ap – Arenitos com estratificação planoparalela.	Rgs – Conglomerados suportados pelo grão; Rsm – Conglomerados suportados pela matriz; Pl – Pelitos laminados; mRca – Microconglomerados com estratificação cruzada acanalada; mRct – Microconglomerados com estratificação cruzada tabular.	Sistema fluvial de rios entrelaçados, ao qual se associam campos de dunas e interdunas.		Diamante, ouro e material de construção. Possibilidade de urânio.
Ppfd	Ags – Arenitos com geometria sigmoidal; Asp – Arenitos finos a silticos com laminação planoparalela.		Frente deltaica com retrabalhamento localizado por marés	190	

Ptf, Pte, Ptf/e: Formação Tombador; Ppfd: Grupo Paraguaçu. Símbolos conforme a coluna estratigráfica do mapa geológico mostrado na Figura 6.

Tombador; fosfatos na Formação Salitre, e por fim materiais de construção nas formações Salitre, Morro do Chapéu e Tombador.

8.ORIGEM DO DIAMANTE E DO CARBONADO

Este assunto está sendo discutido conjuntamente uma vez que esses dois materiais constituem simplesmente variantes de um mesmo mineral. Além disso, todas as evidências conhecidas mostram que eles ocorrem associados sugerindo dessa forma uma origem comum para ambos.

8.1 DIAMANTE

O origem do diamante é um dos grandes temas controvertidos da geologia brasileira. Conforme já discutido por Svisero & Chierigati, (1991), o Brasil foi o primeiro país produtor de diamante do ocidente, e manteve a posição de principal fornecedor desse mineral durante um século aproximadamente. Reforçando o que já foi comentado nos capítulos iniciais, o diamante foi descoberto na vila de Tejuco por volta de 1714 (Leonardos, 1959; Abreu, 1973), e nas décadas seguintes em outros locais de Minas Gerais, e posteriormente em Mato Grosso, Goiás, Bahia, entre outros. Desde a descoberta inicial, a maior parte dos trabalhos de lavra sempre estiveram baseados em garimpos manuais, sendo poucas e muitas vezes efêmeras as tentativas de mecanização. Levantamentos efetuados nos últimos anos indicam a existência de atividades garimpeira também nos estados do Paraná, São Paulo, Piauí, Maranhão, Pará, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Roraima e Amapá. Apesar da extensão desses garimpos, a contribuição da produção brasileira no comércio mundial é relativamente pequena tendo flutuado em torno de 1% (Barbosa, 1991).

Apesar do diamante estar sendo garimpado há quase três séculos, sua origem continua um problema em aberto. É necessário ressaltar que os primeiros trabalhos de prospecção de kimberlitos só começaram no final dos anos 60, quase um século após a descoberta dessa rocha na África do Sul. Ainda assim, os resultados dos levantamentos desenvolvidos pelas empresas de mineração internacionais nunca

foram divulgados, de modo que o problema relacionado às fontes primárias do diamante brasileiro continua pouco conhecido. Trabalhos pioneiros devidos a Svisero *et al.* (1977, 1979, 1984), apresentaram as primeiras informações de natureza mineralógica, petrográfica e geológica sobre alguns kimberlitos da região de Coromandel, MG. Esses trabalhos foram complementados mais recentemente com informações de química mineral por Danni *et al.* (1991), Meyer *et al.* (1994), Gibson *et al.* (1995) e Carlson *et al.* (1996), entre outros.

Uma síntese desses trabalhos mostra que existe na região de Coromandel e áreas adjacentes, uma grande quantidade de intrusões de natureza kimberlítica, destacando-se corpos com características isotópicas intermediárias entre os kimberlitos dos grupos I e II (Meyer *et al.*, 1994). Uma dessas intrusões denominada de Lagoinha ou Três Rancho IV, situada nas adjacências da cidade de Três Ranchos contém micro diamantes em teores não comerciais conforme Danni *et al.* (1991). De um modo geral, faltam dados sistemáticos sobre essas rochas para que se tenha uma noção exata da sua natureza e do verdadeiro potencial em diamante. Nas demais áreas diamantíferas brasileiras, as informações sobre fontes primárias são ainda mais precárias.

Um dos métodos tradicionais de prospecção de kimberlitos baseia-se no rastreamento de minerais pesados, que são aquelas fases mais resistentes espalhadas no terreno pelos agentes geológicos de erosão, também chamados de indicadores kimberlíticos. Entre esses minerais destacam-se ilmenita magnésiana, granada piropo, cromoespinélio e cromodiopsídio (Mitchell, 1986). Trabalhos realizados por Svisero (1979) e Svisero & Meyer (1981), mostraram a presença de indicadores kimberlíticos nos conglomerados diamantíferos da mina de diamantes de Romaria, MG (Tabela 14). Baptista-Gomes & Svisero, (1978) reportaram a presença desses indicadores na área de garimpos do rio Quebrada Grande, Venezuela . Contudo, esses minerais estão ausentes na região de Diamantina, MG (Chaves & Svisero, 1993), Tibagi, PR (Chierigati & Svisero, 1990), bem como nos cascalhos da Chapada Diamantina estudados no presente trabalho .

Tabela 14 - Minerais pesados de garimpos da região da Chapada Diamantina, Bahia, comparados com associações correspondentes de outros locais.

Chapada Diamantina, BA (este trabalho).	Região Coromandel, MG (Svisero, em preparação)	Região de Diamantina, MG (Chaves & Svisero, 1993).	Região de Tibagi, PR (Chiaregati & Svisero, 1990).	Mina de Romaria, MG (Svisero, 1979; Svisero & Meyer, 1981).	Rio Quebrada Grande, Venezuela (Baptista- Gomes & Svisero, 1978).
Indicadores kimberlíticos: ausentes	Indicadores kimberlíticos: piropo, ilmenita magnesiânica, diopsídio, cromita, zircão	Indicadores kimberlíticos: ausentes	Indicadores kimberlíticos: ausentes	Indicadores kimberlíticos: granada piropo (Cr_2O_3 : 0,3-2,10%) ilmenita/geikielita (MgO : 7,8-12,10%)	Indicadores kimberlíticos: granada piropo ilmenita magnesiana
Outras fases: diamante carbonado ballas magnetita hematita ilmenita - - rutilo turmalina zircão cianita andaluzita - granada almandina homblenda coríndon crisoberilo - - - - - estaurolita - - - - epídoto ouro	Outras fases: diamante carbonado - magnetita hematita ilmenita limonita - rutilo turmalina zircão cianita - - granada almandina homblenda - apatita - - - - - estaurolita - - - - ouro	Outras fases: diamante carbonado - magnetita hematita ilmenita - anatócio rutilo turmalina zircão cianita andaluzita sillimanita granada almandina - - crisoberilo - lazulita diásporo favas fosfatadas (florencita, gorceixita, goyazita) euclásio crichtonita/senita estaurolita xenotima monazita pirita - - ouro	Outras fases: diamante carbonado - magnetita hematita ilmenita - anatócio rutilo turmalina zircão cianita - - granada almandina - coríndon crisoberilo apatita - - - - - estaurolita xenotima monazita pirita leucóxênio hercínita cromita augita - ouro	Outras fases: diamante carbonado - magnetita hematita ilmenita - anatócio rutilo turmalina zircão cianita andaluzita sillimanita granada almandina homblenda coríndon - - - - - estaurolita - monazita - pirita - - epídoto - ouro	Outras fases: diamante carbonado - magnetita hematita ilmenita - - rutilo turmalina zircão cianita andaluzita - granada almandina - - - - - - estaurolita - - pirita - - - ouro

A Tabela 14 mostra as assembléias mineralógicas identificadas nos concentrados colhidos nas regiões de Lençóis, Andaraí e Palmeiras, nos quais estão ausentes os indicadores kimberlíticos tradicionais. Uma análise da referida tabela revela que o diamante e o carbonado estão presentes em todas as áreas estudadas, sugerindo uma relação entre essas duas fases. A variedade ballas aparentemente está restrita à Chapada Diamantina. Com relação aos demais minerais, existe uma similaridade entre todas as áreas relacionadas na tabela. Trata-se de minerais derivados do embasamento cristalino, em sua maior parte derivados de rochas metamórficas. A ausência de algumas fases em uma determinada área pode estar relacionada ao tipo de amostragem utilizado. Diante do exposto, verifica-se que não existem indicações da presença de kimberlitos na área estudada. Assim sendo, a origem do diamante deve estar relacionada às fontes primárias muito antigas, que teriam fornecido o diamante para os metaconglomerados da Formação Tombador. Nesse caso as intrusões poderiam ter sido cortadas pela erosão, e suas raízes poderiam estar situadas sob coberturas da plataforma.

8.2 CARBONADOS

A origem do carbonado vem sendo um problema intensamente debatido nos últimos anos. Enquanto a origem do diamante convencional (monocristalino) está relacionada a kimberlitos e lamproítos (Mitchell, 1986), a do carbonado, segundo diversos pesquisadores, não estaria relacionada a kimberlitos e nem a lamproítos. Essa idéia surgiu em parte devido às grandes diferenças entre as propriedades físicas do diamante e de seus tipos policristalinos. Como já foi visto, enquanto o diamante ocorre na forma de cristais transparentes, de hábitos octarombododecaédricos, suas variedades policristalinas são opacas, de cores escuras e formas irregulares a subédricas (Trueb & Buttermann, 1969; Jaynes, 1978).

Essas diferenças entre o diamante e seus tipos policristalinos, chamaram a atenção desde o final do século passado. Moissan (1895) registrou a ocorrência desses tipos escuros e irregulares que eram recuperados juntos com o diamante convencional no kimberlito De Beers. Wagner (1914), observou também a existência de diamantes policristalinos, porosos e de cor cinza a negro nos kimberlitos Wesselton e Jagersfontein, localizados também na África do Sul. Fettke & Sturges (1933), observaram intercrescimentos cristalinos entre diamante e carbonado, em amostra da região de Piranhas, Chapada Diamantina. Ksanda & Henderson (1939), reportaram a ocorrência de carbonado na cratera de Canyon Diablo no Arizona, formada por impacto de meteorito.

Keer *et al.* (1948) foram os primeiros autores a provarem que o carbonado é constituído por microcristais de diamante. Analisando amostras da Venezuela (Gran Sabana) por meio de uma câmara de pó de Debye-Scherrer eles obtiveram um diagrama constituído exclusivamente pela principais reflexões do diamante: 2,06Å (111), 1,25Å (220), 1,075Å (311) e 0,892Å (400). Esses autores foram os primeiros a observar também que, apesar do carbonado ter sido descoberto em 1843, somente a partir de 1846 ele passou a ser recuperado nos garimpos da Chapada Diamantina.

As primeiras idéias sobre as condições de formação do carbonado foram apresentadas por Wentorf & Bovenkerk (1961), referindo-se a presença de diamantes escuros policristalinos formados a altíssimas pressões (130 kbar) e temperaturas também altas (1.700 °C) na presença de um catalisador de ferro-níquel. Nessas condições substancialmente acima da curva de equilíbrio diamante-grafita no diagrama de fases do carbono, a razão de nucleação é muito alta, tendo como resultado a formação de um grande número de cristais pequenos e imperfeitos. Os referidos autores notaram a presença desses "carbonados artificiais" oclusos no catalisador metálico e na grafita. Com base nessas observações Wentorf & Bovenkerk (op. cit.) concluíram que o carbonado se formava por processos de resfriamento rápido à altas pressões, ou então, por um aumento súbito na pressão a temperaturas moderadamente altas em um ambiente plutônico favorável. É fácil notar que as

observações de Wentorf & Bovenkerk (op. cit.) sugeriam uma origem semelhante para o carbonado e o diamante.

Frantsesson & Kaminskiy (1975) foram os primeiros a levantar a hipótese de que o carbonado não ocorria em kimberlitos. Ainda segundo esses autores, as inclusões minerais nele presentes seriam representadas por minerais típicos da crosta, ao invés de assembléias típicas do manto tal como encontrado em diamantes kimberlíticos. Robinson *et al.* (1978) sugeriram que os diamantes policristalinos estariam relacionados à transformações sofridas por carbono de origem orgânica nos processos de subducção. Essa sugestão trouxe um novo enfoque na problemática da origem do carbonado.

Smith & Dawson (1985) consideraram a possibilidade dos tipos policristalinos estarem relacionados a impactos de grandes meteoritos ocorridos no passado. Simultaneamente Kaminskiy *et al.* (1985) sugeriram que a yakutita (variedade semelhante ao carbonado) forma-se por impactos de meteorito em rochas ricas em grafita. É interessante observar que a yakutita é encontrada em depósitos aluviais do Rio Ibeliakh no norte de Yakutia, na Sibéria, acompanhada dos indicadores kimberlíticos típicos representados pela ilmenita magnésiana, granada piropo, cromoespinélio e zircão, que foram ignorados pelos referidos autores. Posteriormente Kaminskiy (1987), propõem que o carbonado se origina pela irradiação de partículas de alta energia provenientes de urânio atuando sobre compostos orgânicos.

Nos anos seguintes a maior parte dos pesquisadores passou a considerar que a origem do diamante policristalino estaria relacionado a processos crustais. Assim sendo, Ozima *et al.* (1991), estudando carbonados do Brasil e da República Centro Africana, encontraram grandes proporções de xenônio e kriptônio provenientes da fissão do Urânio 238, além de Hélio 4 e gases nobres atmosféricos. Em função desses resultados os referidos autores concluíram que os carbonados se formam em um ambiente crustal rico em urânio. Shibata *et al.* (1993) obtiveram análises de elementos do grupos da terras raras de carbonados da Chapada Diamantina e da República Centro Africana, bem como de yakutita da Sibéria. Esses autores obtiveram valores de

terras raras ligeiramente diferentes do padrão encontrado em kimberlitos, e concluíram que o carbonado e a yakutita são de origem crustal. Kagi *et al.* (1994) realizou um estudo físico detalhado de carbonados da República Centro Africana, incluindo fotoluminescência a laser, irradiação com prótons, análise diferencial térmica e termogravimétrica, espectroscopia no infravermelho e análise dos elementos do grupo das terras raras. Esses autores concluíram que a gênese do carbonado resultou de processo complexos distintos. Em uma primeira fase, teriam sido formados os microcristais de diamante constituintes do carbonado sob condições de altas pressões e altas temperaturas no manto onde teria ocorrido também a agregação de placas de nitrogênio. Em um processo subsequente na crosta, os microcristais estiveram expostos à partículas alfa emitidas por urânio e tório sob temperaturas e pressões médias. Finalmente eles foram atacados por fluidos hidrotermais que removeram urânio e parte das terras raras contidas nas inclusões, incorporando material de origem crustal. Kaminskiy (1995), reafirmou a hipótese de uma origem não kimberlítica para o carbonado.

Titkov *et al.* (1998), efetuaram um estudo detalhado de impurezas químicas e inclusões minerais de carbonados de Yakutia compreendendo amostras associadas a diamantes detríticos, e amostras do kimberlito Udachnaya. São apresentados resultados referentes a quatro amostras (N1 a 4), sendo três relacionadas a diamante aluvionar e uma ao kimberlito Udachnaya. Na amostra N1 foram determinadas microinclusões de anatásio, rutilo, muscovita, zircão e florencita. Na amostra N2, foram encontrados rutilo, esfalerita, Fe e Cr nativos, caolinita e goethita. Na terceira amostra N3 foram identificados rutilo, solução solida zircão-xenotima, Cr, Fe e Ni nativos, pentlandita e florencita. Finalmente na amostra N4 estão presentes os elementos nativos Fe, Cr, Ni, Cu e Ti; as ligas Fe-Ni e Fe-Cr, além de esfalerita, wustita, pirita, cromoespinélio, magnetita e TiCl. Como se pode observar trata-se de um conjunto de assembléias mineralógicas extremamente complexas. Algumas fases como florencita, caolinita goethita e rutilo, foram interpretadas como inclusões epigenéticas por estarem localizadas nos poros. Outras inclusões foram interpretadas como

singenéticas tendo sido incorporadas a partir de kimberlitos. Os elementos nativos encontrados, segundo os autores, refletem ambientes redutores onde ocorreu a formação do carbonado.

As observações efetuadas no decorrer desse trabalho sugerem uma origem kimberlítica para as variedades policristalinas do diamante. Em primeiro lugar, a evidência mais simples é dada pela associação frequente entre o diamante e seus tipos policristalinos. Esse fato foi observado em todos os garimpos visitados na Chapada Diamantina, e vale também para outros locais do Brasil tal como está ilustrado na Figura 32. Conforme dados da literatura, as ocorrências de carbonado da Venezuela, Guyana, Rússia e República Centro Africana estão associadas também com o diamante monocristalino. Merecem ser lembradas as observações pioneiras de Moissan (1895) relatando a presença de carbonados no kimberlito De Beers, a de Wagner (1914) dando conta da presença de carbonado nos kimberlitos Wesselton e Jagersfontein, bem como a notícia recente de Titkov *et al.* (1998) sobre agregados policristalinos no kimberlito Udachnaya.

Ilustrando a associação carbonado-diamante de outras áreas além da Chapada Diamantina, a Micrografia eletrônica 8 mostra um carbonado da região de Grão Mogol, Serra do Espinhaço, MG, ressaltando a presença de superfícies distintas embora rugosas, bem como cavidades com contornos geométricos evidentes. A Fotografia 29 ilustra um carbonado de 62 ct recuperado no garimpo Gamela próximo às margens do Rio Paranaíba MG. Nesse caso também estão evidentes a presença de superfícies bem delineadas segundo um padrão semi-octaédrico.

Outra evidência em favor de uma origem kimberlítica para o carbonado e demais tipos policristalinos é dada pela associação íntima entre esses dois tipos de materiais. A Fotografia 30 mostra um duplo geminado de contato englobando um carbonado bem caracterizado pela cor escura e pelos poros superficiais (Svisero, 1971). A amostra em questão foi encontrada nos garimpos do Alto Araguaia, ampliando dessa forma o número de registros de carbonados fora da Chapada Diamantina. Nessa mesma linha de raciocínio, a Fotografia 31 mostra um diamante

Figura 32 - Ocorrências de diamante e de carbonado associados nos principais países produtores da América do Sul.

Micrografia eletrônica 8 - Carbonado proveniente do rio Jequitinhonha na região de Grão Mogol, Serra do Espinhaço, MG. Reproduzido de Chaves (1997).

Fotografia 29 - Carbonado proveniente do garimpo Gamela, situado na margem esquerda do Rio Paranaíba, MG, coletado por Svisero (1999).

Fotografia 30 - Diamante duplamente geminado englogando um carbonado de cor preta e textura porosa, da região do Alto do Araguaia, MT. Reproduzido de Svisero (1971).

Fotografia 31 - Diamante octaédrico (O) combinado com cubo (C) envolvido por carbonado preto de textura granular fina, da região de Lençóis, BA.

octaédrico truncado por uma face de cubo envolvido por carbonado de cor preta e textura microgranular da região de Lençóis, BA. Estes dois casos sugerem uma relação genética íntima entre o diamante e o carbonado, ao contrário das idéias de Ozima *et al.* (1991), Shibata *et al.* (1993), Kagi *et al.* (1994) e Kaminkiy (1995).

A Figura 23 exibe um modelo para a formação do diamante mono e policristalino para a região da Chapada Diamantina. Trata-se de uma modificação do modelo original de Svisero & Chierigati (1991). O diagrama mostra uma secção do Cráton do São Francisco esquematizado com a forma de uma sela, conforme o modelo teórico proposto por Haggerty (1986). O diagrama mostra as relações do cráton com a faixa de dobramentos Brasília à oeste e alcançando a crosta à leste nas imediações do Oceano Atlântico. Estão marcadas também as geotermas de 900 °C e 1.000 °C e a curva de equilíbrio diamante-grafita com a sua inversão na base da litosfera. Uma escala vertical à esquerda informa os limites de profundidade em direção à astenosfera bem como as principais características petrológicas de algumas regiões subcratônicas. No centro do diagrama está colocado uma intrusão kimberlítica teórica intrusiva em rochas da Chapada Diamantina. Ao lado estão esquematizadas as formas mais prováveis de diamante dependendo do nível da intrusão. Os diamantes mais profundos são transparentes, octaédricos e isentos de defeitos; em profundidades menores o hábito torna-se rombododecaédrico, e posteriormente cúbico em direção aos níveis superiores da litosfera, conforme sugestão de Haggerty (1986). Extrapolando esse modelo elaborado para o diamante monocristalino, acreditamos que em níveis mais superiores teríamos inicialmente a formação de bort (diamantes defeituosos), e a partir daí a formação do carbonado e de outros tipos policristalinos.

Esse modelo concorda com algumas sugestões experimentais de Kagi *et al.* (1994), relativas à presença de nitrogênio no carbonado, tal como acontece com o diamante monocristalino (Harris, 1987), cuja formação ocorre sob altas pressões no manto. O modelo concorda também com as observações de Titkov *et al.* (1998), os quais identificaram uma assembléia de inclusões singenéticas, formadas sob altas pressões e altas temperaturas, encontradas somente no manto. As fases e as ligas

Figura 33 - Modelo para a formação do diamante mono e policristalino da região da Chapada Diamantina, BA. O esquema mostra que a base do cráton do São Francisco deve situar-se entre 150 a 200 km de profundidade, limitando-se a leste com a faixa de dobramento Araçuaí e a oeste com a faixa de dobramentos Brasília. Destaca-se neste esquema uma intrusão kimberlítica mineralizada na qual o tipo e a qualidade do diamante variam na vertical, passando sucessivamente de cristais octaédricos transparentes de faces planas formados a grandes profundidades, para tipos rombododecaédricos abaulados, cristais cúbicos translúcidos e opacos, cristais portadores de grande quantidade de defeitos denominados bort e, finalmente, para variedades policristalinas incluindo carbonados e ballas. Modificado de Svisero e Chiaregati (1991).

metálicas mencionadas por esses autores sugerem profundidades já situadas no manto inferior (Agee, 1993).

Sintetizando as questões acima discutidas, verifica-se que enquanto a origem do diamante é um problema relativamente bem conhecido, a do carbonado ainda não está satisfatoriamente explicada. Acreditamos que a formação do carbonado se processa no manto da mesma forma que a do diamante, sendo ambos apanhados posteriormente pelo kimberlito e trazidos para os níveis superiores da litosfera. Contudo, existem uma série de problemas que ainda não estão satisfatoriamente explicados. Especificamente pode se perguntar: quais são os processos responsáveis pela formação das texturas tão particulares observadas nos tipos policristalinos? Teriam os carbonados a mesma idade do diamante monocristalino? Essas e outras questões deverão ser conhecidas futuramente à medida que forem ampliados os conhecimentos desses materiais.

9. AGRADECIMENTOS

Gostaria de externar aqui os meus agradecimentos ao Professor Doutor Darcy Pedro Svisero do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, pela oportunidade a mim concedida para poder realizar sob a sua orientação essa Dissertação de Mestrado. Agradeço o incentivo, a dedicação e o apoio nos momentos mais difíceis, sem os quais não seria possível a execução desse trabalho. Sou grato também aos Professores Doutores do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Antônio Romalino Santos Fragoso César pela colaboração na revisão do capítulo referente aos aspectos geológicos da área e, Paulo Roberto dos Santos pelo incentivo e informações prestadas no decorrer dos trabalhos.

Agradeço também ao Professor Antônio Luciano Gandini do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto, pela ajuda prestada na obtenção das medidas de densidade bem como pela colaboração constante no decorrer do trabalho. Da mesma forma agradeço ao Professor Doutor Nelson Luiz Chodur do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Paraná, pela colaboração prestada nos trabalhos de microscopia eletrônica de varredura. Sou grato também a colega Iede Terezinha Zorlinger, Pós-Graduanda junto ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, pela grande ajuda prestada na obtenção das fotomicrografias ópticas e diagramas referentes às propriedades físicas do diamante.

Agradeço ainda o Engenheiro Metalúrgico Isaac Jamil Sayeg pelas análises de microscopia eletrônica de varredura e ao Físico Flávio M. S. de Carvalho pela obtenção dos difratogramas de raios X utilizados nesse trabalho, ambos lotados no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

Agradeço também ao Geólogo Pedro A. Couto da Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais de Salvador, por sua presteza e colaboração no fornecimento de publicações pertinentes a esse trabalho, além de informações pertinentes à geologia da região da Chapada Diamantina.

Sou extremamente grato ao Sr. Oswaldo S. Pereira comerciante da cidade de Lençóis, por ter colocado à minha disposição as suas coleções particulares de diamante e de carbonado, bem como dados importantes referentes ao comércio do diamante na região, facilitando desta forma o desenvolvimento desse trabalho. Da mesma forma agradeço o Sr. Carlos Monteiro, comerciante de diamante de Andaraí, pela ajuda prestada no exame dos lotes de diamante e carbonado da região.

Por fim, extendo os meus sinceros agradecimento às pessoas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo que colaboraram para a realização desse trabalho.

10.BIBLIOGRAFIA

- ABREU, S. F. (1973). Recursos minerais do Brasil. Editora Blücher, São Paulo, vol. 2, p. 391-430.
- AGEE, C. B. (1993) Petrology of the mantle transition zone. *Annual Reviews Earth Planetary Sciences*, 21:19-41.
- ALMEIDA, F. F. M. & HASUI, Y. (1984). O Pré-cambriano do Brasil. Editora Blücher, São Paulo, 604 p.
- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. (1977) Províncias estruturais brasileiras. *Anais do Simpósio de Geologia do Nordeste, Campina Grande*, vol. 8, p. 363-391.
- ANDERS E. & LIPSCHUTZ (1966) Critique of paper by N. L. Carter and G. C. Kennedy, "Origin of diamonds in the Canyon Diablo and Novo Urei". *Journal of Geophysical Research*, 71:643-661.
- AZÁROFF, L. V. & BUREGER, M. J. (1958) The powder method in x-ray crystallography. New York, McGraw-Hill Book Company, 342p.
- BAPTISTA-GOMES, J. & SVISERO, D. P. (1978) Geologia de los depositos diamantíferos de la parte noroccidental de la Guyana Venezolana. *Boletín del Ministério de Energia Y Minas, Caracas*, 13(24):3-46.
- BARBOSA, O. (1991) Diamante no Brasil: Histórico, ocorrência, prospecção e lavra. Publicação CPRM, Brasília, 136 p.
- BECKER, H.C. (1975) A microscopia eletrônica exploratória. *Revista Lubrificação, Texaco Inc., New York*, 61:37-56
- BERMAN, R. (1965) Physical properties of diamonds. Oxford, Clarendon Press, 443p.
- BOLETIM DE PREÇOS (1983) Bens minerais e produtos metalúrgicos. Ano X, Número especial, DNPM, Brasília. 38p.

- BOMFIM, L. F. C. & PEDREIRA A. J. (1990) Programa de levantamentos geológicos básicos do Brasil. Escala 1:100.000, Folha SD.24-V-A-V (Lençóis), Estado da Bahia, DNPM/CPRM. 130p.
- BORGES, F. S. (1980) Elementos de cristalografia. Fundação Calouste Gulbekian, Lisboa, p. 265-387.
- BOVENKERK, H. P.; BUNDY, E. P.; HALL, H. T.; STRONG, H. M.; WENTORF Jr., R. H. (1959) Man-made diamond. *Nature*, 184:1094-1098.
- BRANNER, J. C. (1910) The Tombador escarpment in State of Bahia, Brazil. *American Journal of Science*, 30:335-343.
- BRANNER, J. C. (1919) Outline of the geology of Brazil to accompany the geological map of Brazil. *Bulletin of the Geological Society of America*, 30:189-338.
- BRITO NEVES, B. B. (1967) Geologia das folhas de Upamirim e Morro do Chapéu, Bahia. CONESP/SUDENE, Relatório Técnico 17, Recife, 53p.
- CAMARGO, W. G. R. (1965) Minerais uraníferos de Perus, São Paulo. Tese de Cátedra, Departamento de Mineralogia e Petrografia, FFCL-USP, 216p.
- CARLSON, R.W; ESPERANÇA, S.; SVISERO, D. P. (1996) Chemical and Os isotopic study of cretaceous potassic rocks from southern Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 125:393-405.
- CHAVES, M. L. S. C. & SVISERO, D. P. (1993) Características geológicas e origem dos conglomerados diamantíferos das regiões de Diamantina (Mesoproterozóico) e de Romaria (Cretáceo Superior), MG. *Boletim IG/USP, Série Científica*, 24:49-57.
- CHAVES, M. L. S. C. (1997) Geologia e mineralogia do diamante da Serra do Espinhaço em Minas Gerais. Tese de doutoramento, IG-USP, São Paulo. 289p.
- CHAVES, M. L. S. C; DUPONT, H.; KARFUNKEL, J.; SVISERO, D.P. (1993) Depósitos diamantíferos de Minas Gerais: uma revisão. *Anais do 1º. Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante, Cuiabá, vol.1, p. 79-100.*

- CHIEREGATI, L. A. & SVISERO, D. P. (1990) Estudos de minerais pesados da região diamantífera do Rio Tibagi (PR) e as possibilidades de existência de fontes primárias de diamantes na região. *Acta Geológica Leopoldense*, Porto Alegre, 13(30):171-186.
- CHIEREGATI, L. A. (1989) Aspectos mineralógicos, genéticos e econômicos das ocorrências diamantíferas da região nordeste do Paraná e sul de São Paulo. Dissertação de Mestrado, IG-USP, São Paulo, 180 p.
- CLOUD, P. & DARDENNE, M. (1973) Proterozoic age of the Bambuí Group in Brazil. *Bulletin of the Geological Society of America*, 84(5):1673-1676.
- COSTA E. D. A. (1991) Principais depósitos minerais do Brasil. Gemas e rochas ornamentais. DNPM-CPRM, vol. 4-A, p. 199-208.
- CULLITY, B. D. (1956) Elements of X-ray diffraction. Edited by Addison-Wesley, Massachusetts, 514p.
- DANNI, J. C. M.; GASPAR, J. C.; GONZAGA, G. M. (1991) The Fazenda Alagoinha intrusion, Três Ranchos, Goiás. Field Guide Book 5th International Kimberlite Conference. CPRM Special Publication, 3/91:31-35.
- DeCARLI, S. P. & JAMIESON, J. C. (1961) Formation of diamond by explosive shock. *Science*, 133:1821-1822.
- DEER, W. A.; HOWIE, R. A.; ZUSSMAN, J. (1996) An introduction to the rock-forming minerals. Longman, 696p.
- DERBY, O. A. (1905) Lavras diamantinas. *Revista Instituto Geográfico e Histórico da Bahia*, 11(30):143-153.
- DERBY, O. A. (1906) The geology of the diamond and carbonado washings of Bahia, Brazil. *Economic Geology*, 2:134-142.
- DUBINCHUK, V. T.; KOCHENOV, A. V.; PENKOV, V. F.; SIDORENKO, G. A.; USPENSKY, V. A. (1976) New formation in organic matter of sedimentary rocks under radioactive radiation. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 231: 973-976.

- FERSMAN, A & GOLDSCHMIDT, V. (1911) Der diamant, Winter, Heidelberg, 274p.
- FETTKE, C. R. & STURGES, F. C. (1933) Structure of carbonado or black diamond. *Journal of the Mineralogical Society of America*, 18: 172-174.
- FIELD, J.E. (1979) Physical properties of diamonds. Academic Press, New York, 674p.
- FISCHER, R. B. (1961) The "ballas" form of diamond. *Nature*, 189:50.
- FLEISCHER, M. & MANDARINO, J. A. (1995) Glossary of minerals species 1995. *Mineralogical Record*, Tucson, 280p.
- FORMOSO, M. L. L. (1980) Difractometria de raios X. *Anais do 31º Congresso Brasileiro de Geologia*, vol. 4, p. 5-26.
- FRANTSESSON E. V. & KAMINSKIY, F. V. (1974) Carbonado, a diamond variety of nonkimberlitic origin. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 219:187-189.
- FRONDEL, C. & MARVIN, U. B. (1967) Lonsdaleite, a hexagonal polymorph of diamond. *Nature*, 214:587-589.
- FUNCH, R. C. (1986) Um oásis no sertão. *Ciência Hoje*, 4(26):94-96.
- GANDINI, A. L. (1994) Mineralogia, inclusões fluidas e aspectos genéticos do topázio imperial da região de Ouro Preto, Minas Gerais. Tese de mestrado, IG/USP, São Paulo. 212 p.
- GERLOCH, W. (1924) Über die structur des "Schwarzen diamants". *Zeitschrift-fur Anorganische und Allgemeine Chemie*, Band 137, p. 331-332.
- GIBSON, S. A.; THOMPSON, R. N.; LEONARDOS, O. H; DICKIN, A. P.; MITCHELL, L. G (1995) The late cretaceous impact of the Trindade mantle plume: evidence from large volume mafic potassic magmatism in SE Brazil. *Journal of Petrology*, 36:189-229.
- GOMES, C. B. (1980) Microsonda eletrônica. *Anais do 31º Congresso Brasileiro de Geologia*, vol. 4, p. 89-111.

- GOMES, C. B. (coord.) (1984) Microsonda eletrônica: princípios e aplicações na geologia. In: Técnicas analíticas instrumentais aplicadas à geologia. Editora Blücher, São Paulo, p. 159-208.
- GOMES, R. A. A. D. & MOTTA A. C. (1980) Projeto de levantamento gravimétrico do estado da Bahia. Relatório Final, Convênio DNPM-CPRM, Salvador. vol. 1.
- GONZAGA, G. M. & TOMPKINS L. A. (1991) Principais depósitos minerais do Brasil. Gemas e rochas ornamentais, DNPM-CPRM, vol. 4-A, p. 53-116.
- GOESY, E. A. & DONNAY, G. (1968) A new allotropic form of carbon from the Ries crater. *Science*, 161:363-364.
- GUIMARÃES, J. T. & PEDREIRA A. J. (1990) Programa de levantamentos geológicos básicos do Brasil. Escala 1:100.000, Folha SD.24-V-A-II (Utinga), Estado da Bahia, DNPM/CPRM. 142 p.
- HAGGERTY, E. S. (1986) Diamond genesis in a multiply-constrained model. *Nature*, 320:34-38.
- HALL, A. E. & SMITH, C. B. (1984) Lamproite diamonds - are they different? IN: Kimberlite Occurrence and Origin. A Bases for conceptual models in exploration. Edited by J. E. Glover & P. G. Harris, p.167-212.
- HARRIS, J. W. (1987) Recent physical, chemical and isotopic research of diamond. IN: Mantle Xenoliths, Edited by P. H. Nixon, John Wiley & Sons, p. 477-500.
- HARRIS, J. W.; HAWTHORNE, J. B.; OOSTERVELD, M.M. (1979) Regional and local variations in the characteristics of diamonds from some southern african kimberlites. *Proceedings of the Second International Kimberlite Conference*, Edited by J. F. Boyd & H. O. A. Meyer, vol. 1, p. 27-41.
- HARRIS, J. W.; HAWTHORNE, J. B.; OOSTERVELD, M.M. (1983) A comparison of diamond characteristics from the De Beers pool mines, Kimberley South Africa. *Proceedings 3rd International Kimberlite Conference*, Edited by J. Kornprobst, Elsevier Press, vol. 1, p. 1-13.

- HARRIS, J. W.; HAWTHORNE, J. B.; OOSTERVELD, M.M.; WEHMEYER, E. (1975) A classification scheme for diamond, and a comparative study of south african diamond characteristics. *Physics and Chemistry of the Earth*, 9:477-506.
- HELMREICHEN, V. von (1846) Über das Geognostische Vorkommen der Diamanten und ihre Gewinnungsmethoden auf der Serra do Grão Mongol. Braunmüller & Seidel, Wien, 74p.
- HUSSAK, E. (1917) Os satélites do diamante. Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Rio de Janeiro. 55p.
- INDA, H. A. V. & BARBOSA, J. F. (1978) Nota explicativa para o mapa geológico do Estado da Bahia. Escala 1:1.000.000. Salvador, SME/CPM, 137p.
- JARDIM DE SÁ, E. F., (1978) Geologia da Chapada Diamantina e Faixa Santo Onofre, Bahia, e Geoquímica do vulcanismo ácido associado. Dissertação de Mestrado, IG/UFBA, Salvador, 180p.
- JARDIM DE SÁ, E. F., (1981) A Chapada Diamantina e faixa Santo Onofre: Um exemplo de tectônica intraplaca no Proterozóico Médio do Cráton do São Francisco. IN: Inda, H. & Marinho, M., Geologia e Recursos Minerais da Bahia. Textos Básicos, SME/CPM. vol. 4, p. 111-120.
- JARDIM DE SÁ, E. F.; BARTELS, R. L.; BRITO NEVES, B. B.; McREATH, I. (1976) Geocronologia e modelo tectonomagmático da Chapada Diamantina e Espinhaço Setentrional. *Anais 29 Congresso Brasileiro de Geologia*, vol. 4 p. 205-227.
- JAYNES, C. (1978) Natural polycrystalline diamond. *Industrial Diamond Review*, January, p. 14-23.
- KAGI, H.; TAKAHASHI, K.; HIDAKA, H.; MASUDA, A. (1994) Chemical properties of Central African carbonado and its genetic implications. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58(12):2629-2638.

- KAMINSKIY, F. V. (1987) Genesis of carbonado-polycrystalline aggregate of diamond. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 294: 439-440.
- KAMINSKIY, F. V. (1994) Carbonado and yakutite: properties and possible genesis. *Proceedings 5th International Kimberlite Conference, CPRM Special Publication*, vol. 2, p.136-143.
- KAMINSKIY, F. V.; KULAKOVA I. I.; OGLOBINA, A. I. (1985) Polycyclic aromatic hydrocarbons in carbonado and diamond. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 283: 985-988.
- KANE, R. E. (1987) Three notable fancy-color diamond: purplish red, purple-pink, and reddish purple. *Gems & Gemology*. vol. XXIII, p. 90-95.
- KERR, P. F.; GRAF, D. L.; BALL, S. H. (1948) Carbonado from Venezuela. *American Mineralogist*, 33: 251-255.
- KING, L. C. (1956) A geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, 18 (2): 147-265.
- KLEIN, C. & HURLBUT JR. C. S. (1999) *Manual of mineralogy*. 21 ed. New York, John Wiley & Sons. 681p.
- KLEIN, G. V. (1982) Probable sequential arrangement of depositional systems on cratons. *Geology*, 10(1): 17-22.
- KOIVULA, J. I. & GUBELIN, E. J. (1992) *Photoatlas of inclusions in gemstones*. ABC Editor, 532p.
- KSANDA, C.J. & HENDERSON, E. P. (1939) Identification of diamond in the Canyon Diablo iron. *American Mineralogist*, 24:677-680.
- LEAL, A. S. & BRITO NEVES (1968) Elementos de estratigrafia do médio São Francisco. *Boletim de Resumos do 4º Simpósio de Geologia do Nordeste*, p.17-19.
- LEITE, C.R. (1969) *Cristalografia e mineralogia do diamante do Triângulo Mineiro*. Tese de Doutorado, FFCL/USP, 102 p.
- LEONARDOS, O. H. (1937) Diamante e carbonado no estado da Bahia. *Mineração e Metalurgia*, vol. V, p. 183-192.

- LEONARDOS, O. H. (1959) Diamante. Engenharia, Mineração e Metalurgia, vol. XXX, nº175, p. 5-8.
- LEWIS, H. C. (1887) On a diamondiferous peridotite and the genesis of the diamond. Geological Magazine, 4:22-24.
- MACEDO, M. F. & BANHOMME, M.G. (1984) Contribuição à cronoestratigrafia das formações Caboclo, Bebedouro e Salitre na Chapada Diamantina (BA) pelos métodos Rb-Sr e K-Ar. Revista Brasileira de Geociências, 14(3):153-163.
- MACEDO, N. G.; SILVA, T.C.; CHAGAS, D. F. (1960) As chuvas e o escoamento na bacia do Paraguaçu; enchentes de 1960. Universidade da Bahia, Laboratório de Geomorfologia e Estudos Regionais, Salvador, 26p.
- MAIO, C. J. (1987) Geomorfologia do Brasil, fotos e comentários. IBGE, Rio de Janeiro, vol. 3, 255p.
- MAPA METALOGENÉTICO DO ESTADO DA BAHIA, Escala 1:1.000.000, Secretaria das Minas e Energia, Coordenação da Produção Mineral, 1982.
- MARCHESE, H.G. (1974) Litoestratigrafia y petrologia del Grupo Bambuí en los estados de Minas Gerais y Goiás, Brasil. Revista Brasileira de Geociências, 4(3):172-190.
- MASCARENHAS J. F. (1976) Geologia da região centro oriental da Bahia. Projetos Bahia, Bahia II, Sul da Bahia. Relatório integrado DNPM-CPRM, Salvador, vol. 1, 324p.
- MASCARENHAS, J. F. (1969) Contribuição à estratigrafia da Chapada Diamantina na região entre Itaetê e Seabra, Bahia. Boletim de Resumos do 23 Congresso Brasileiro de Geologia, vol. 1, p. 59-60.
- McCALLUM, M. E.; MABARAK, C.D.; COOPERSMITH, H. G. (1979) Diamonds from kimberlites in the Colorado-Wyoming State Line District. Proceedings of the Second International Kimberlite Conference, Edited by J. F. Boyd & H. O. A. Meyer, vol. 1, p. 42-58.

- MEYER, H. O. A. (1987) Inclusions in diamond. IN: *Mantle Xenoliths*. Edited by P. H. Nixon, New York, Wiley, p. 501-522.
- MEYER, H. O. A.; GARWOOD, B. L.; SVISERO, D. P.; SMITH, C. B. (1994) Alkaline ultrabasic intrusions of western Minas Gerais, Brazil. IN: *CPRM/DNPM Special Publication*, Edited by H. O. A. Meyer & O. H. Leonardos, Brasília, vol. 1, p.140-155.
- MILLEDGE, H. J.; WOODS, P. A.; BEARD, A. D.; SHELKOV, D.; WILLIS, B. (1998) Cathodoluminescence of polished carbonado. 7th International Kimberlite Conference, Extended Abstracts, Cape Town, p. 589-590.
- MITCHELL, R. H. (1986) *Kimberlites: mineralogy, geochemistry and petrology*. Plenum Press, New York, 442 p.
- MOISSAN, H. (1895) Sur la presence du graphite, du carbonado, et le diamants microscopiques dans la terre bleue du Cap. *Comptes Rendu, Academie Sciences de Paris*, 116:292-295.
- MONTES, M. L. (1977) Os conglomerados diamantíferos da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Tese de Mestrado, Universidade de Brasília, 102p.
- MOORE, M. & LANG, A. R. (1974) On the origin of the rounded rhombic dodecahedral habit of natural diamond. *Journal of Crystal Growth*, 26:133-139.
- MORAES, L. J. (1934) Depósitos diamantíferos do norte do Estado de Minas Gerais, *Boletim DNPM/SFPM*, Rio de Janeiro, vol. 3, p. 1-61.
- MORAES, P. R. S. & COUTO, P. A. (1993) Projeto Chapada Diamantina. Relatório da 2ª etapa, MME/DNPM, Salvador. 54p.
- NETO, M. C. A.; MORAES, J. A. C.; MONTES M. L. (1977) Projeto diamantes e carbonados do alto Paraguaçu, SME/CBPM, Salvador. vol. 1, p. 1-103.
- OLIVEIRA, A. I. & LEONARDOS, O. H. (1940) *Geologia do Brasil*. Rio de Janeiro, Comissão Brasileira dos Centenários de Portugal, 472p.

- ORLOV, YU. L. (1966) Evidence that the rounding of diamond is caused by dissolution process. *Min. Sbor. Louvsk. Univ.*, 20: 129-130.
- ORLOV, YU. L. (1977) *The mineralogy of diamond*. John Wiley & Sons, New York, 235 p.
- OZIMA, M.; ZACHU, S.; MATSUHISA, Y (1991) Constrains from noble-gas contents on the origin of carbonado diamonds. *Nature*, 351:472-474.
- PALACHE, C.; BERMAN, H.; FRONDEL, C. (1944) *Dana's the system of mineralogy*. John Wiley & Sons, vol. 1, p. 146-154.
- PARFENOFF, A.; POMEROL, C.; TOURENQ, J. (1970) *Les minéraux en grain - Méthodes d'étude et détermination*. Masson et Cie, Éditeurs, Paris, p. 50-87.
- PEDREIRA, A. J. & MARGALHO R.S.F.X. (1990) Programa de levantamentos geológicos básicos do Brasil. Escala 1:100.000, Folha SD.24-V-C-II (Mucugê), Estado da Bahia, DNPM/CPRM, 112p.
- PEDREIRA, A. J. & MASCARENHAS, J. F. (1974) A sequência estratigráfica da Chapada Diamantina NE, Bahia, Brasil. *Anais do 28 Congresso Brasileiro de Geologia*, vol. 4, p. 19-26.
- PEDREIRA, A. J. (1984) Supergrupo Espinhaço. IN: ALMEIDA F. F. M. & HASUI, Y. coord. *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Editora Blucher, p. 85-91.
- PEDREIRA, A. J.; ARCANJO, J. B.; PEDROSA C. J.; OLIVEIRA, J. E.; SILVA, B. C. E. (1975) Projeto Bahia, Relatório Final, Geologia da Chapada Diamantina. Salvador, DNPM/CPRM, 2 vol. (inédito).
- PEDREIRA, A. J.; ROCHA, A. J. D.; COSTA, I. V.; MORAIS FILHO, J. C. (1987) Projeto Bacia de Irecê II, Relatório Final. Salvador, CPRM/SGM, 2 vol. (inédito).
- PETTIJOHN. F. J. (1941) Persistence of heavy minerals and geologic age. *Journal of Geology*, 49:610-625.
- PETTIJOHN. F. J. (1957) *Sedimentary rocks*. Harper & Row, New York, 718 p.

- PROJETO CHAPADA DIAMANTINA: Parque Nacional da Chapada Diamantina, BA, Informações Básicas para a Gestão Territorial. Escala 1:312.500, CPRM/IBAMA, 1994.
- PROJETO UTINGA – MUCUGÊ, DNPM/CPRM, Salvador, 1990.
- REIS, E. (1959) Os grande diamantes brasileiros. Boletim DNPM nº 191, 64p.
- ROBINSON, D. N. (1978) The characteristics of natural diamond and their interpretation. *Mineral Science Engineering*, 10:55-72.
- SCHUSTER, M. & GOBEL, H. (1996) Aplication of graded multilayer optics in X-ray diffraction. IN Siemens AG, Munich, Germany, Anal. vol.39, p. 1-17.
- SHIBATA, K.; KAMIOKA, H.; KAMINSKIY, F. V.; KOPTIL, V. I.; SVISERO, D.P. (1993) Rare earth elements patterns of carbonados and yakutite: evidence for their crustal origin. *Mineralogical Magazine*, 57:607-611.
- SHIGHINOLFI, G. P. & CONCEIÇÃO, T. M. L. (1974) Petrologia e geoquímica de riólitos alcalinos pré-cambrianos do Oeste da Bahia. *Anais 27º Congresso Brasileiro de Geologia*, vol. 5, p. 89-100.
- SHIGHINOLFI, G. P.; LINHARES, P. S.; SANTOS, A. M. (1974) Geochemistry of basic dikes from Western Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 4(2):114-123.
- SILVA, A. T. da (1979) Granulometria. IN: Tratamento de minérios. Ouro Preto, Apostila da UFOP, vol. 1, p.27-37.
- SILVA, M. E. (1987) O Sistema de dobramentos Rio Preto e suas relações com o Cráton do São Francisco. Tese doutoramento, IG/USP, São Paulo, 141p.
- SMITH, V. J. & DAWSON, J. B. (1985) Carbonados: diamond aggregates from early impacts of crustal rocks? *Geology*, 13:342-343.
- SMITHSON, F. (1941) The alteration of detrital minerals in the mesozoic rocks over Yorkshire. *Geological Magazine*, 78:97-112.
- SOUTO P. G.; PINHEIRO D. J. F.; NETO F. F. S. (1979) A industria mineral no Estado da Bahia. IN: Inda, H., *Geologia e Recursos Minerais da Bahia, Textos Básicos*, SME/CPM, vol. 1, p. 155-202.

- SRIVASTAVA, N. K. (1986) Os estromatólitos do projeto bacia do Irecê II. Trabalho de consultoria para Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Inédito, 9p.
- SUGUIO, K. (1982) Rochas sedimentares. Propriedades, Gênese e Importância Econômica. Editora Blucher, São Paulo, 500p.
- SUNAGAWA, I. (1984) Morphology of natural and synthetic diamond crystals. IN: Materials Science of the Earth's Interior, Edited by I. Sunagawa, p. 303-330.
- SUTTON, J. R. (1928) Diamonds, a descriptive treatise, Murby, London.
- SVISERO, D. P. (1969) Microscopia eletrônica de estruturas de superfície em cristais de diamantes do Brasil. Dissertação de Mestrado, FFCL/USP, 38p.
- SVISERO, D. P. (1971) Mineralogia do diamante da região do Alto Araguaia, MT. Tese de doutoramento, Instituto de Geociências, 127p.
- SVISERO, D. P. (1975) Microstructural study of polycrystalline Brazilian diamonds. Boletim de Resumos do 4º Congresso Íbero-Americano de Cristalografia, Campinas, J-3.
- SVISERO, D. P. (1978) Composição química, origem e significado geológico de inclusões minerais de diamantes do Brasil. Tese de Livre Docência, IG/USP, São Paulo. 165p.
- SVISERO, D. P. (1979) Píropos cromíferos da mina de diamantes de Romaria: composição química e origem. Boletim Mineralógico, 6:7-14.
- SVISERO, D. P. (1987) Aspectos estruturais de diamantes policristalinos da Chapada Diamantina, Bahia. Boletim de Resumos do 11º Colóquio da Sociedade Brasileira de Microscopia Eletrônica, Caxambú, p. 291-292.
- SVISERO, D. P. (1992) Origem do diamante no Brasil: uma análise à luz dos conhecimentos atuais. Boletim de Resumos Expandidos do 37º Congresso Brasileiro de Geologia, vol. 2, p. 117-119.
- SVISERO, D. P. (1995) Distribution and origin of diamonds in Brazil: An overview. Journal of Geodynamics, 20(4) : 493-514.

- SVISERO, D. P. & CHIEREGATI, L. A. (1991) Contexto geológico de kimberlitos, lamproítos e ocorrências diamantíferas do Brasil. Boletim IG/USP, Publicação Especial nº 9, p. 75-81.
- SVISERO, D. P.; COIMBRA, A. M.; FEITOSA, V. M. N. (1980) Estudos mineralógico e químico dos concentrados da Mina de diamantes de Romaria, município de Romaria, MG. Anais do 31º Congresso Brasileiro de Geologia, vol. 3, p. 1776-1788.
- SVISERO, D. P. & HARALYI (1985) Caracterização do diamante da Mina de Romaria, Minas Gerais. 3º Simpósio de Geologia de Minas Gerais, vol. 1, p. 140-153.
- SVISERO, D. P.; MEYER, H. O. (1981) Ilmenitas kimberlíticas da mina de diamante de Romaria, MG. Revista Brasileira de Geociências, 11:217-221.
- SVISERO, D. P.; MEYER, H. O.; HARALYI, N. L. E.; HASUI, Y. (1984) A note on the geology of some Brazilian kimberlites. Journal of Geology, 92:331-338.
- SVISERO, D. P.; MEYER, H. O.; TSAI, H. M. (1977) Kimberlite minerals from Vargem (Minas Gerais) and Redondão (Piauí) diatremes, Brazil; and garnet Iherzolite xenolith from Redondão diatreme. Revista Brasileira de Geociências, 7: 1-13.
- SVISERO, D. P.; MEYER, H. O.; TSAI, H. M. (1979) Kimberlites in Brazil: An Initial Report. IN: Kimberlites, diatremes and diamond: their geology, petrology and geochemistry, Edited by F. R. Boyd & H. O. A. Meyer, American Geophysical Union, Washington, vol. 1, p. 92-100.
- TITKOV, S. V.; GORSHKOV, A. I.; VINOKUROV, S. F.; BERSHOV, L. V.; SODOLOV, D. I.; SIVTSOV, A. V. (1998) Carbonado from Yakutian diamond deposits (Russia): microinclusions, impurities and paramagnetic centers. 7th International Kimberlite Conference, Extended Abstracts, Cape Town, p. 914-916.

- TOLANSKY, S. (1955) Microstructure of diamond surface, NAG Press, London, 67p.
- TRUEB, F. L. & BUTTERMAN, W. C. (1969) Carbonado: A microstructural study. *American Mineralogist*, 54:412-425.
- TRUEB, F. L. & de WYS, E. C. (1971) Carbon from Ubangi - a micro-structural study. *American Mineralogist*, 56:1252-1268.
- WAGNER, P. A. (1914) The diamond fields of south Africa. Transvaal Leader, Johannesburg, 355p.
- WENTORF, R. N. & BOVENKERK, H. P. (1961) On the origin of natural diamonds. *Astrophysics Journal*, 134:995-1005.
- WILDING, M. C.; HARTE, B.; HARRIS, J. W. (1971) Evidence for a deep origin for São Luís diamonds. Extended Abstracts, 5th IKC, CPRM Special Publication 2/91, p. 456-458.
- WILLIAMS, A. F. (1932) The genesis of diamond. Ernest Benn, London, 2 vol, 536p.
- WILLIAMS, H. E. (1930) Estudos geológicos na Chapada Diamantina. Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Boletim 44, p. 5-47.
- ZOLINGER, I. T.; SVISERO, D. P.; WESKA, R. K. (1997) Estudo mineralógico comparado de diamantes das regiões de Poxoréu e Paranatinga, Mato Grosso. 2º simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante. Boletim de programa, resumos, palestras e roteiro de excursões, Cuiabá, p. 29-30.
- ZUSSMAN, J. (1967) X-ray diffraction. IN: *Physical Methods in Determinative Mineralogy*. Academic Press, London, p. 261-334.